COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUILLET 1866.

PRÉSIDENCE DE M. CHEVREUL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président de l'Institut invite l'Académie des Sciences à désigner un de ses Membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance publique annuelle des cinq Académies, qui doit avoir lieu au mois d'août prochain.

GÉOLOGIE. — *Explication du Tableau des données numériques qui fixent, sur la surface de la France et des contrées limitrophes, les points où se coupent mutuellement vingt-neuf cercles du réseau pentagonal; par* **M. L. Élie de Beaumont.** [Suite et fin (1).]

« Il me reste encore à indiquer un moyen de vérification qui s'est présenté de lui-même dans la suite de mes calculs, et qui a l'avantage de mettre en relief une propriété remarquable des cercles du réseau pentagonal.

» Si un ou plusieurs grands cercles de la sphère passent en un point M de sa surface, ils ont tous leurs pôles dans le grand cercle auquel M sert de pôle, et, réciproquement, tous les cercles qui ont leurs pôles dans le

---

(1) L'Académie a décidé que ce Mémoire, quoique dépassant les limites réglementaires, serait reproduit en entier au *Compte rendu*.

grand cercle qui a pour pôle le point M, viennent nécessairement se couper en ce même point M.

» Ainsi, les grands cercles primitifs du réseau pentagonal ayant pour pôles les points H, les 5 grands cercles primitifs qui ont pour pôles les 10 points H contenus dans un dodécaédrique régulier, viennent tous passer aux 2 points D, antipodes l'un de l'autre, qui en forment les pôles. Ce dodécaédrique régulier renferme aussi 10 points *b*, et les 5 bissecteurs DH dont ces points *b* sont les pôles passent aux mêmes points D.

» De même, les 6 points H que renferme un octaédrique sont deux à deux les pôles de 3 grands cercles primitifs qui passent aux 2 points I, pôles de l'octaédrique, et les 6 dodécaédriques rhomboïdaux qui ont pour pôles les 12 points T que renferme l'octaédrique, ainsi que les 3 bissecteurs IH qui ont pour pôles les 6 points *a* contenus dans le même octaédrique, passent tous aux 2 points I qui en forment les pôles.

» Il serait facile de multiplier les exemples de ce genre, en considérant les points principaux du réseau pentagonal et les grands cercles qui y sont encadrés le plus régulièrement; mais la propriété de se croiser plusieurs ensemble aux deux extrêmités d'un même diamètre de la sphère appartient aussi à des grands cercles placés d'une manière moins symétrique dans le réseau. Il suffit que ces cercles aient leurs pôles dans un même grand cercle, et cette condition se réalise souvent parmi les cercles du réseau pentagonal, comme conséquence des lois générales de symétrie qui les lient tous entre eux; seulement à mesure que ces cercles descendent dans l'échelle de la symétrie, il devient moins facile d'établir qu'ils remplissent les conditions nécessaires pour que leurs plans se coupent suivant une même droite.

» Par exemple, le primitif de la Nouvelle-Zemble (système du Rhin) et les 2 cercles auxiliaires TI*a* Morbihan et TI Mont Viso ont respectivement pour pôles un point H (il suffit de nommer un des pôles), un point où se coupent mutuellement 2 dodécaédriques rhomboïdaux et un bissecteur IH et un point *c*. En s'aidant du globe sur lequel M. Laugel a tracé, d'après mes données, le réseau pentagonal, on voit que le point H, pôle du primitif de la Nouvelle-Zemble, est celui qui tombe dans l'océan Pacifique au S.-O. de Téhuantepec; que le point d'intersection multiple, pôle de TI*a*, tombe le long de la côte du Brésil, au S. de la baie de Laguna, et que le point *c*, pôle de TI Mont Viso, tombe dans le haut de la vallée du Rio-Beni, au N.-E. du lac de Titicaca. Sur le globe habilement construit par M. Laugel, on peut constater *graphiquement* que ces trois points sont placés sur un même grand cercle; mais cette constatation opérée sur une petite échelle ne serait

qu'un moyen précaire d'établir que les trois cercles se coupent exactement en un seul et même point. En l'absence d'une construction géométrique propre à faire voir facilement que les trois points sont exactement compris dans une même circonférence de grand cercle, il n'y aurait pas de procédé plus simple pour s'en assurer que de recourir au calcul numérique, afin de voir si les trois points d'intersection de ces trois cercles combinés deux à deux se confondent ou non en un seul.

» Or, mon Tableau des points d'intersection donne la solution de la question, car les trois intersections y sont inscrites. On y trouve, en effet :

	DISTANCE à la perpendiculaire.	DISTANCE à la méridienne.
TI*a* Morbihan, TI Mont Viso..................	254,328[t]	209,282[t]
TI*a* Morbihan, primitif de la Nouvelle-Zemble..	254,329	209,282
TI Mont Viso, primitif de la Nouvelle-Zemble...	254,329	209,282

» On ne pouvait s'attendre à une coïncidence plus complète ; on peut même s'étonner que des calculs exécutés par logarithmes, *indépendamment les uns des autres*, aient amené aussi peu de divergence. Il est donc clair que les trois cercles se croisent en un même point, c'est-à-dire que leurs plans se coupent suivant un même diamètre de la sphère.

» Mon Tableau général, comme il est facile de le voir, sans que j'en reproduise ici les chiffres, présente onze autres exemples de la coïncidence de trois points d'intersection, savoir :

TI*a* Morbihan; T*b* Vendée; D*ac* Pays-Bas.
TI*a* Morbihan; D*ac* Forez; primitif de Lisbonne.
TI*a* Morbihan; H*aa* Minorque, Norvége; TT*bb* Hécla.
T*b* Mont Serrat; octaédrique du Mulehacen; DH Belle-Ile.
H*baab* Minorque, Land's End; T*b* Vendée; T*abc* Longmynd.
H*baab* Minorque, Land's End; DH Mont Seny; H*a*TT*a* Inde, Turquie, Espagne.
TT*bb* Hécla; T*abc* Longmynd; primitif de Lisbonne.
TI Mont Viso; H*aa* Minorque, Norvége; T*b* Tatra.
H*aa* Minorque, Norvége; DH Belle-Ile; T*abc* Longmynd.
H*aa* Minorque, Norvége; D*ac* Côte-d'Or; T*c* Hundsruck.
T*abc* Longmynd; T*b* Tatra; T*c* Hundsruck.

» Le Tableau présente en outre deux exemples de la coïncidence de six points d'intersection, résultant du concours de quatre cercles, savoir :

TT*bb* Hécla; TT*bbc* Sancerrois; H*a*TT*a* Inde, Esp., Turq.; Pr. de la Nouvelle-Zemble.
D*ac* Forez; T*abc* Longmynd; T*c* Hundsruck; T*b* Tatra.

» Les points T à l'O.-N.-O. de Burgos et *a* près du Land's End, qui tombent dans le cadre de la carte géologique de la France et qui sont compris

dans le Tableau sont eux-mêmes des points de croisement multiples. Le Tableau renferme donc 16 points où se croisent plus de 2 cercles et qui présentent la superposition de plusieurs points d'intersection calculés séparément.

Celui de ces 16 points pour lequel les chiffres obtenus pour les différentes intersections superposées coïncident le moins exactement est T*b* Mont Serrat, octaédrique du Mulehacen, DH Belle-Ile, pour lequel on a :

	DISTANCE à la perpendiculaire.	DISTANCE à la méridienne.
T*c* Mont Serrat, octaédrique du Mulehacen. . . .	92,461t	289,403t
T*b* Mont Serrat, DH Belle-Ile	92,468	289,397
Octaédrique du Mulehacen, DH Belle-Ile.	92,471	289,403

» On voit que les trois intersections sont cependant comprises dans un rectangle de 10 toises de hauteur sur 6 toises de largeur, c'est-à-dire d'une grandeur complétement négligeable. En effet le calcul par logarithmes avec les Tables à sept décimales de Callet, que j'emploie constamment, assure seulement la précision des secondes, mais non celles des fractions de seconde : or, comme une seconde de degré terrestre équivaut à 16 toises environ, 10 toises ne représentent qu'une fraction de seconde, c'est-à-dire une quantité dont il est impossible de répondre. Mes 16 points d'intersections multiples se présentent donc chacun en particulier comme doit le faire un point unique calculé par plusieurs moyens différents, dont les résultats s'accordent dans les limites de précision assignées à l'usage des Tables de logarithmes. Ces points en groupes serrés sont toujours, comme le montre le Tableau, éloignés des autres points d'intersection, de même que ceux-ci le sont entre eux de plusieurs milliers, ou tout au moins de plusieurs centaines de toises. Il doit en être ainsi, parce que les cercles du réseau pentagonal assujettis à passer par deux au moins des points principaux du réseau ne dérivent pas l'un de l'autre par des changements insensibles, mais se séparent par sauts brusques, d'où il résulte que leurs points d'intersection sont notablement éloignés les uns des autres, à moins que, par des conditions particulières de symétrie, ils ne viennent à coïncider. Il est par conséquent évident que chacun des 16 groupes de points très-voisins donnés par le calcul représente un point unique, car, pour attribuer leur rapprochement au hasard, il faudrait admettre relativement à chaque groupe une combinaison d'erreurs excessivement improbable.

» Ces intersections multiples ont naturellement, au point de vue géologique, une importance particulière, et j'aurai à y revenir dans la suite. Je me borne à remarquer en ce moment que le calcul qui arrive, par des voies

diverses, à fixer leur position sans autre incertitude que celle qui est inhérente à tout calcul logarithmique, fournit une vérification indirecte, mais certaine, de tous les chiffres et de toutes les opérations qui ont concouru à leur détermination finale, à partir de l'établissement du réseau pentagonal.

» Les cercles dont l'appareil numérique se trouve ainsi vérifié *à posteriori* sont ceux qui passent aux 16 points de croisements multiples dont il vient d'être question, savoir :

1° Octaédrique du Mont Sinaï; 2° TI*a* Morbihan; 3° I*b* Mont Serrat; 4° H*baab* Minorque, Land's End; 5° TT*bb* Hécla; 6° TI Mont Viso; 7° T*b* Vendée; 8° D*ac* Forez; 9° octaédrique du Mulehacen; 10° H*aa* Minorque, Norvége; 11° primitif de la Nouvelle-Zemble; 12° T*abc* Longmynd; 13° DH Mont Seny; 14° D*ac* Côte-d'or; 15° primitif de Lisbonne; 16° T*c* Hundsruck; 17° TT*bbc* Sancerrois; 18° DH Belle-Ile; 19° T*b* Tatra; 20° D*ac* Pays-Bas; 21° H*a*TT*a* Inde, Espagne, Turquie; 22° primitif du Land's End.

» Les 7 cercles TD*b* Corse et Sardaigne, DH nord de l'Angleterre, D*c* Alpes occidentales, TD*b* Finistère, T*a* Vercors, H*a*TT*a* Érymanthe, Mermoucha; H*baab* Alpes principales, dont les quatre premiers passent au point D, centre du pentagone européen, situé un peu en dehors du cadre de la carte géologique et dont les trois derniers traversent seulement les parages de la Corse, sont les seuls parmi les 29 cercles inscrits au Tableau dont les données numériques n'aient pas reçu dans les calculs actuels la consécration nouvelle dont je viens de parler. Mais la précision avec laquelle les 22 premiers cercles se sont accordés pour la détermination des 16 points d'intersections multiples tend à prouver que les moyens de vérification auxquels j'ai soumis uniformément toutes les données numériques que j'ai publiées étaient suffisants, et n'ont pas dû laisser subsister de fautes. J'espère qu'elles doivent y être du moins en fort petit nombre.

» Il est à remarquer que les 16 points de croisements multiples que j'ai trouvés résultent de la superposition trois à trois, six à six, et même dix à dix (point T à l'O.-N.-O. de Burgos), de points d'intersections simples; de sorte que ces 16 points de croisement renferment 61 des 183 intersections simples que j'ai calculées, ce qui les réduit à $183 - 61 + 16 = 138$ points réellement différents.

» Les différences qui, pour ces 61 points réduits à 16, existent entre les distances à la perpendiculaire et à la méridienne des diverses positions d'un même point, trouvées séparément, donnent la mesure du degré d'incertitude que présente la détermination des distances à la méridienne et à la perpendiculaire que renferme mon tableau. Cette incertitude, on le voit, ne dépasse pas un petit nombre de toises, soit en latitude, soit en longitude.

Elle est absolument indifférente au point de vue géologique, et l'on pourrait à peine en tenir compte dans une construction graphique, même sur une carte au vingt-millième; car $\frac{1}{20000}$ de 10 toises ou de 20 mètres est 1 millimètre seulement.

» Ce degré de précision étant surabondant pour la géologie, il est évident que si je n'avais consulté que les besoins de la cartographie géologique, j'aurais pu me borner à la précision des minutes; mais je dois faire observer que si je m'en étais tenu là, j'aurais laissé échapper plusieurs des moyens de vérification que j'ai employés, et laissé subsister, par conséquent, des fautes que j'ai corrigées; par exemple, les distances à la perpendiculaire et à la méridienne des trois positions trouvées pour le point de convergence de trois cercles auraient pu différer de plusieurs centaines de toises, et l'on n'aurait plus possédé de critérium certain pour distinguer les points de croisements multiples des intersections isolées, ce qui aurait fait évanouir le moyen de vérification et toutes les considérations qui se rattachent à l'existence des premiers.

» Le moyen de vérification et toutes les considérations qui se rattachent à l'excès sphérique des petits triangles, pour lesquels cet excès sphérique n'est que de quelques secondes, auraient également disparu.

» Je dois faire remarquer en même temps que si, au lieu d'appliquer le calcul aux intersections mutuelles des cercles du réseau pentagonal, je m'étais contenté de déterminer leurs points de rencontre avec les méridiens, ce qui eût été plus expéditif et suffisant sous beaucoup de rapports, une partie des moyens de vérification que j'ai employés auraient disparu avec les conséquences qui les accompagnent et celles qui pourront les suivre.

» Cent trente-huit points choisis du réseau pentagonal, placés avec précision sur la France et sur les contrées limitrophes, seront, je crois, une base suffisante pour bien établir les rapports qui existent entre le réseau pentagonal et la structure orographique et géologique de nos contrées. J'espère avoir ultérieurement plus d'une occasion de fixer sur ces rapports l'attention de l'Académie.

» Les grands cercles du réseau pentagonal que je considère dans mon travail actuel sont identiques avec les cercles correspondants de mes travaux antérieurs, mais j'ai ajouté une ou plusieurs lettres à la désignation de quelques-uns d'entre eux, afin que chacune de ces désignations présentât l'indication de tous les points principaux où passe le cercle qu'elle représente, ce qui aide à en suivre le cours dans toutes les parties du réseau.

» J'ai joint aussi à la désignation de chaque cercle le nombre qui exprime

son *poids*, afin de mettre en évidence ce fait, propre à surprendre au premier abord, que les cercles du poids le plus faible, lorsque la nature a produit les systèmes de montagnes qu'ils représentent, ont, avec les accidents orographiques et stratigraphiques de la surface du globe, des rapports aussi précis que les cercles dont le poids est le plus considérable.

» Les poids que j'assigne ici aux cercles du réseau diffèrent pour la plupart de ceux que j'ai donnés dans ma Notice sur les systèmes de montagnes. Depuis la publication de ma Notice, j'ai reconnu que la formule dont j'avais déduit les poids des cercles est inexacte, et j'ai déterminé ces poids par une méthode nouvelle que je vais exposer sommairement.

» Le réseau pentagonal divise la surface de la sphère en 120 triangles rectangles scalènes égaux et symétriques deux à deux. Un point quelconque pris dans l'intérieur de l'un de ces triangles a son homologue dans tous les autres; d'où il résulte qu'il y a toujours sur la surface de la sphère 120 points d'une espèce déterminée quelconque; par exemple, il y a 120 points c. Cette règle présente cependant des exceptions *apparentes*. Si l'on prend un point sur les contours de l'un des 120 triangles rectangles scalènes, il appartiendra à deux triangles à la fois, et il n'aura que 59 homologues; de sorte qu'il n'y aura dans tout le réseau que 60 points de son espèce. Mais ce point, par cela seul qu'il appartient à deux triangles, doit être considéré comme *double;* on peut le regarder comme résultant de la réunion de deux points qui, placés symétriquement dans deux triangles contigus, se sont rapprochés de manière à se confondre et à n'en plus former qu'un seul, placé sur la ligne de séparation des deux triangles. Ainsi, parmi les points principaux du réseau, il y a 60 points a, 60 points b, 60 points T qui peuvent être considérés respectivement comme composés de deux points $\dot{a}$, de deux points $\dot{b}$, de deux points $\dot{T}$, de manière qu'ils représentent 120 points $\dot{a}$, 120 points $\dot{b}$, 120 points $\dot{T}$, qu'on peut supposer placés deux à deux à des distances infiniment petites. On comprendra de même que chacun des 30 points H placés à la réunion des angles droits de quatre triangles rectangles scalènes peut être décomposé en quatre points $\dot{H}$; que chacun des 20 points I placés à la réunion des angles de 60 degrés de 6 triangles rectangles scalènes peut être décomposé en six points $\dot{I}$, et que chacun des 12 points D placés à la réunion des angles de 36 degrés de 10 triangles rectangles scalènes peut être décomposé en 10 points $\dot{D}$.

» Les points principaux du réseau étant placés deux à deux aux extrémités d'un même diamètre, il suffit pour l'objet actuel d'en considérer la

moitié, c'est-à-dire ceux seulement qui sont compris dans un hémisphère; cela dispense d'énoncer d'aussi grands nombres et éloigne certains embarras.

» Le réseau pentagonal renferme 362 points principaux, et chaque hémisphère en renferme 181, savoir : 6 points D, 10 points I, 15 points H, 30 points T, 30 points *a*, 30 points *b* et 60 points *c*, et ces 181 points principaux peuvent se décomposer en 420 points simples, savoir : 60 points $\dot{D}$, 60 points $\dot{I}$, etc.

» Si l'on joint par un arc de grand cercle chacun des points simples $\dot{D}$, $\dot{I}$, $\dot{H}$, $\dot{T}$, $\dot{a}$, $\dot{b}$, c à tous les autres, on a $\frac{420.419}{2} = 87990$ cercles qu'on peut appeler simples, parce que chacun d'eux est déterminé par la seule condition de passer par deux points simples.

» Si l'on joint chacun des 181 points principaux d'un hémisphère à tous les autres, on aura en principe $\frac{181.180}{2} = 16290$ cercles, nombre qui devra être réduit considérablement si on veut le ramener à celui des cercles réellement distincts, parce que les cercles ainsi obtenus se superposeront en partie les uns aux autres.

» Ces deux systèmes de cercles, en nombre si différent, ont entre eux cependant les rapports les plus intimes, car le premier système deviendra le second si on suppose que parmi les points simples $\dot{D}$, $\dot{I}$, $\dot{H}$, $\dot{T}$,..., désignés par des lettres pointées, les homologues se réunissent entre eux de manière à recomposer les points principaux D, I, H, T,..., dont ils ne sont pour ainsi dire que des subdivisions. Seulement, dans cette réunion, les cercles $\dot{D}\dot{D}$, $\dot{I}\dot{I}$, $\dot{D}\dot{I}$,..., se superposeront en nombre plus ou moins grand, et on pourra mesurer l'importance des cercles du réseau au nombre des cercles simples qui se seront superposés pour les former. Les seuls cercles qui ne présenteront pas de superpositions seront les cercles *cc*; chaque cercle T*c* résultera de la superposition de deux cercles $\dot{T}c$, chaque cercle H*c* résultera de la superposition de quatre cercles $\dot{H}c$, et ainsi des autres.

» Cela posé, je représente par 1 le poids d'un cercle simple tel que *cc*, par 2 le poids d'un cercle tel que T*c* qui résulte de la superposition de deux cercles simples, par 4 le poids d'un cercle tel que H*c* qui résulte de la superposition de quatre cercles simples, etc., et en général j'appelle *poids* d'un cercle du réseau le nombre des cercles simples qui se sont superposés pour le former.

» On conçoit que pour obtenir les poids de tous les cercles du réseau il

suffit d'analyser avec précision la transformation qui fait passer le premier de nos deux systèmes de cercles au second.

» Pour y parvenir d'une manière simple et facile à saisir, il faut représenter les 87990 cercles du premier système par un tableau méthodique où chacun d'eux ait sa place distincte, et, avant tout, il faut désigner par des notations précises les 420 points simples qui servent de base au premier système de cercles. Pour cela, il suffit de numéroter depuis 1 jusqu'à 60 les 60 points $\dot{D}$, les 60 points $\dot{I}$, etc.... La série totale de nos 420 points sera alors représentée ainsi :

$$\dot{D}_1, \dot{D}_2, \dot{D}_3, \ldots, \dot{I}_1, \dot{I}_2, \dot{I}_3, \ldots, \dot{H}_1, \dot{H}_2, \ldots, \dot{a}_1, \dot{a}_2, \ldots, \dot{b}_1, \dot{b}_2, \ldots, c_1, c_2 \ldots.$$

» Pour former le tableau de tous les cercles qu'on peut obtenir en joignant ces différents points deux à deux, on peut commencer par l'écrire comme il suit, sauf à le réduire ensuite :

$$\dot{D}_1\dot{D}_1,\ \dot{D}_1\dot{D}_2,\ \dot{D}_1\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_1\dot{I}_1,\ \dot{D}_1\dot{I}_2,\ \dot{D}_1\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_1\dot{H}_1,\ \dot{D}_1\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{D}_1\dot{b}_1,\ \dot{D}_1\dot{b}_2,\ \ldots,\ \dot{D}_1 c_1,\ \ldots,\ \dot{D}_1 c_{59},\ D_1 c_{60}$$
$$\dot{D}_2\dot{D}_1,\ \dot{D}_2\dot{D}_2,\ \dot{D}_2\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_2\dot{I}_1,\ \dot{D}_2\dot{I}_2,\ \dot{D}_2\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_2\dot{H}_1,\ \dot{D}_2\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{D}_2\dot{b}_1,\ \dot{D}_2\dot{b}_2,\ \ldots,\ D_2 c_1,\ \ldots,\ D_2 c_{59},\ D_2 c_{60}$$
$$\dot{D}_3\dot{D}_1,\ \dot{D}_3\dot{D}_2,\ \dot{D}_3\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_3\dot{I}_1,\ \dot{D}_3\dot{I}_2,\ \dot{D}_3\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{D}_3\dot{H}_1,\ \dot{D}_3\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{D}_3\dot{b}_1,\ \dot{D}_3\dot{b}_2,\ \ldots,\ D_3 c_1,\ \ldots,\ D_3 c_{59},\ D_3 c_{60}$$

$$\dot{I}_1\dot{D}_1,\ \dot{I}_1\dot{D}_2,\ \dot{I}_1\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_1\dot{I}_1,\ \dot{I}_1\dot{I}_2,\ \dot{I}_1\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_1\dot{H}_1,\ \dot{I}_1\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{I}_1\dot{b}_1,\ \dot{I}_1\dot{b}_2,\ \ldots,\ \dot{I}_1 c_1,\ \ldots,\ \dot{I}_1 c_{59},\ \dot{I}_1 c_{60}$$
$$\dot{I}_2\dot{D}_1,\ \dot{I}_2\dot{D}_2,\ \dot{I}_2\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_2\dot{I}_1,\ \dot{I}_2\dot{I}_2,\ \dot{I}_2\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_2\dot{H}_1,\ \dot{I}_2\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{I}_2\dot{b}_1,\ \dot{I}_2\dot{b}_2,\ \ldots,\ \dot{I}_2 c_1,\ \ldots,\ \dot{I}_2 c_{59},\ \dot{I}_2 c_{60}$$
$$\dot{I}_3\dot{D}_1,\ \dot{I}_3\dot{D}_2,\ \dot{I}_3\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_3\dot{I}_1,\ \dot{I}_3\dot{I}_2,\ \dot{I}_3\dot{I}_3,\ \ldots,\ \dot{I}_3\dot{H}_1,\ \dot{I}_2\dot{H}_2,\ \ldots\ldots,\ \dot{I}_3\dot{b}_1,\ \dot{I}_3\dot{b}_2,\ \ldots,\ \dot{I}_3 c_1,\ \ldots,\ \dot{I}_3 c_{59},\ \dot{I}_3 c_{60}$$

$$\dot{H}_1\dot{D}_1,\ \dot{H}_1\dot{D}_2,\ \dot{H}_1\dot{D}_3,\ \ldots,\ \dot{H}_1\dot{I}_1,\ \dot{H}_1\dot{I}_2,\ldots$$
$$H_2 D_1,\ \dot{H}_2\dot{D}_2,\ \dot{H}_2\dot{D}_3,\ldots.$$

» La loi de formation de ce tableau est trop facile à saisir pour qu'il soit nécessaire de le développer davantage. S'il était complété, il formerait une sorte d'échiquier de 49 cases, 7 dans chaque rang horizontal, correspondant aux 7 lettres $\dot{D}$, $\dot{I}$, $\dot{H}$, $\dot{T}$, $\dot{a}$, $\dot{b}$, c qui dans chaque couple sont écrites en seconde ligne, et 7 dans chaque colonne verticale correspondant aux 7 mêmes lettres qui dans chaque couple sont écrites en première ligne. Comme il y a 60 $\dot{D}$, de $\dot{D}_1$ à $\dot{D}_{60}$ inclusivement, 60 $\dot{I}$, de $\dot{I}_1$ à $\dot{I}_{60}$,..., chaque case de l'échiquier contient 60 fois 60 ou 3600 couples, et l'échiquier entier en contient 49 fois 3600 ou 176400. Chaque couple de lettres représentant un cercle, on voit que le tableau, tel que j'ai commencé par l'écrire, dans le but de lui donner une complète symétrie, en représenterait un nombre plus que double de celui que nous avons calculé de prime abord; mais il y a dans ce tableau des suppressions et des réductions à opérer. Il présente, en effet, toutes les combinaisons possibles deux à deux des lettres $\dot{D}_1\dot{D}_2, \ldots, \dot{I}_1\dot{I}_2, \ldots, \dot{a}_1, \ldots, c$; mais, parmi ces combinaisons, il en

est qui, par exception, ne peuvent représenter un cercle, et toutes les autres sont répétées deux fois.

» On remarquera, en effet, que le tableau complet présenterait 7 cases rectangulaires disposées en écharpe de l'angle supérieur de gauche à l'angle inférieur de droite, dont chacune ne renfermerait qu'une seule lettre répétée deux fois dans chaque couple : la case des $\dot{D}$, la case des $\dot{I}$, la case des $\dot{H}$, etc.

» Or, dans la case des $\dot{D}$, je trouve en tête de la première ligne le couple $\dot{D}_1\dot{D}_1$; au second rang, dans la deuxième ligne, le couple $\dot{D}_2\dot{D}_2$; au troisième rang, dans la troisième ligne, le couple $\dot{D}_3\dot{D}_3$, et je trouverais successivement en suivant la diagonale de cette case $\dot{D}_4\dot{D}_4$, $\dot{D}_5\dot{D}_5,\ldots$, $\dot{D}_{60}\dot{D}_{60}$; puis, sur la diagonale de la case des $\dot{I}$, $\dot{I}_1\dot{I}_1$, $\dot{I}_2\dot{I}_2,\ldots$, mais tous ces couples représentent chacun un point combiné avec lui-même, et une pareille combinaison ne peut représenter un cercle. Il y a d'après cela 7 fois 60 ou 420 couples à supprimer comme ne représentant pas de cercles et ne figurant dans le tableau que par un motif de symétrie. Cela réduit le nombre des couples significatifs de chacune des 7 cases d'une seule lettre à 3540, et le nombre des couples significatifs des 7 cases d'une seule lettre à 7 fois 3540 ou à 24780; mais chacun de ces couples significatifs est répété deux fois, car dans la case des $\dot{D}$ on trouve dans la première ligne $\dot{D}_1\dot{D}_2$ et dans la seconde $\dot{D}_2\dot{D}_1$, dans la première ligne $\dot{D}_1\dot{D}_3$ et dans la troisième $\dot{D}_3\dot{D}_1\ldots$. Or $\dot{D}_1\dot{D}_2$ et $\dot{D}_2\dot{D}_1$ représentent un seul et même cercle, et ainsi des autres, d'où il résulte que, de chacune des 7 cases rectangulaires d'une seule lettre, on ne doit conserver que l'un des deux triangles auxquels elle se trouve réduite par la suppression des couples $\dot{D}_1\dot{D}_1$, $\dot{D}_2\dot{D}_2,\ldots$, $\dot{I}_1\dot{I}_1,\ldots$, placés sur la diagonale.

» Quant aux 42 cases du tableau qui contiennent des combinaisons de deux lettres, il n'y a pas de couples répétés dans l'intérieur d'une même case; mais chacune de ces 42 cases est en masse la répétition d'une autre; ainsi la case où je lis $\dot{D}_1\dot{I}_1$, $\dot{D}_1\dot{I}_2,\ldots$, est la répétition, sauf le changement de l'ordre des lettres, de la case où je lis $\dot{I}_1\dot{D}_1$, $\dot{I}_2\dot{D}_1,\ldots$. On voit par là que pour ne conserver que les combinaisons représentant des cercles réellement différents, il faut ne conserver que la moitié, c'est-à-dire 21 des 42 cases de deux lettres.

» Le tableau se trouve ainsi réduit à 28 cases, dont 7 sont triangulaires

et 21 rectangulaires, et dans son ensemble il n'a plus la forme d'un échiquier rectangulaire, mais celle d'un triangle. Il représente 28 espèces de cercles simples qui se répartissent ainsi : 21 espèces de cercles désignés par la réunion de deux lettres différentes, savoir :

3600	cercles	$\dot{D}\dot{I}$
3600	»	$\dot{D}\dot{H}$
3600	»	$\dot{D}\dot{T}$
. . . .	. . . .	. . . .
3600	»	$\dot{b}c$

en tout $21.3600 = 75600$ cercles simples de deux lettres; et 7 espèces de cercles désignés par la même lettre répétée, savoir :

1770	cercles	$\dot{D}\dot{D}$
1770	»	$\dot{I}\dot{I}$
1770	»	$\dot{H}\dot{H}$
1770	»	$\dot{T}\dot{T}$
1770	»	$\dot{a}\dot{a}$
1770	»	$\dot{b}\dot{b}$
1770	»	cc
12390		

en tout 12390 cercles d'une seule lettre.

» Les deux classes donnent un total de $75600 + 12390 = 87990$. C'est le nombre que nous avait donné plus simplement la formule $\frac{420.419}{2} = 87990$; mais la formation du tableau a eu l'avantage de classer tous les cercles et de donner une désignation précise, et en quelque sorte un nom pour chacun d'eux.

» Maintenant, si l'on conçoit que les 60 points $\dot{D}$ se réunissent et se confondent dix par dix pour former les 6 points D, que les 60 points $\dot{I}$ se réunissent et se confondent six par six pour former les 10 points I, etc., le premier système de cercles que nous avons considéré deviendra le réseau pentagonal, et les cercles qui le composent se superposeront généralement en nombre plus ou moins grand pour former les cercles du réseau. Il suffira de compter par la pensée le nombre des cercles qui se superposent, dans la formation de chaque cercle du réseau, pour avoir le poids de ce cercle.

» Mais lorsque 10 points $\dot{D}$, par exemple, se réunissent pour recomposer un point D, certains cercles inscrits dans le tableau et comptés dans la somme précédente deviennent indéterminés et disparaissent. Ainsi les 10 points $\dot{D}_1$, $\dot{D}_2$, $\dot{D}_3, \ldots$, $\dot{D}_{10}$, lorsqu'ils étaient distincts, donnaient naissance aux cercles $\dot{D}_1\dot{D}_2$, $\dot{D}_1\dot{D}_3, \ldots$, dont le nombre est égal à $\frac{10.9}{2} = 45$. Ces 45 cercles deviendront indéterminés et disparaîtront lorsque les 10 points qui les déterminent se confondront en un seul. A chacun des 6 points D correspondra donc la disparition de 45 cercles; soient 270 cercles $\dot{D}\dot{D}$ qui disparaîtront, et les 1770 cercles $\dot{D}\dot{D}$ ne donneront au réseau pentagonal que 1500 cercles simples DD.

» De même, après l'unification des points, il ne reste plus que 1620 cercles $\dot{I}\dot{I}$, 1680 cercles $\dot{H}\dot{H}$, 1740 cercles $\dot{T}\dot{T}$, 1740 cercles $\dot{a}\dot{a}$, 1740 cercles $\dot{b}\dot{b}$. En tout 600 cercles disparaissent, ce qui réduit le nombre total des cercles d'une seule lettre à 11790, et le nombre total des cercles simples qui subsistent après l'unification des points principaux à 87390.

» Après l'unification des points, ces cercles se confondent plusieurs ensemble pour former des cercles composés au premier degré, dont le nombre est beaucoup moindre que celui des cercles simples. Ainsi, lorsque les 10 points $\dot{D}_1$, $\dot{D}_2, \ldots$, $\dot{D}_{10}$ se sont confondus en un seul point D, et que les 10 points $\dot{D}_{11}$, $\dot{D}_{12}, \ldots$, $\dot{D}_{20}$ se sont confondus de même pour former un second point D, tous les cercles $\dot{D}_1\dot{D}_{11}$, $\dot{D}_1\dot{D}_{12}, \ldots$, $\dot{D}_{10}\dot{D}_{20}$, au nombre de 100, se trouvent confondus en un seul cercle DD qui se compose de 100 cercles simples, et dont le poids est égal à 100. Les 1500 cercles $\dot{D}\dot{D}$ se réduisent ainsi à 15 cercles DD dont chacun pèse 100.

» De même, les 1620 cercles $\dot{I}\dot{I}$ se superposent par groupes de 36 pour former 45 cercles II dont le poids est 36.

» Les 1680 cercles $\dot{H}\dot{H}$ se superposent par groupes de 16 pour former 105 cercles HH dont le poids est 16.

» Les 1740 cercles $\dot{T}\dot{T}$ se superposent par groupes de 4 pour former 435 cercles TT dont le poids est 4.

» Les 1740 cercles $\dot{a}\dot{a}$ se réduisent à 435 cercles *aa* dont le poids est 4.

» Les 1740 cercles $\dot{b}\dot{b}$ se réduisent à 435 cercles *bb* dont le poids est 4.

» Les 1770 cercles *cc* restent au nombre de 1770 dont le poids est 1.

» Les cercles désignés par deux lettres n'éprouvent aucune réduction dans

leur nombre lors de l'unification des points, mais ils se groupent aussi pour former des cercles composés au premier degré, moins nombreux que les cercles simples.

» La case des $\dot{D}\dot{I}$ se décompose en plusieurs groupes de couples qui deviennent identiques au moment de l'unification des points principaux. Ainsi tous les couples $\dot{D}_1\dot{I}_1$, $\dot{D}_1\dot{I}_2, \ldots, \dot{D}_1\dot{I}_6$ deviennent identiques lorsque $\dot{I}_1$, $\dot{I}_2$, $\dot{I}_3, \ldots, \dot{I}_6$ se confondent pour former un point I. Il en sera de même dans la seconde ligne de $\dot{D}_2\dot{I}_1$, $\dot{D}_2\dot{I}_2, \ldots, \dot{D}_2\dot{I}_6$, puis dans la troisième de $\dot{D}_3\dot{I}_1$, $\dot{D}_3\dot{I}_2, \ldots, \dot{D}_3\dot{I}_6$, et ainsi de suite jusqu'à $\dot{D}_{10}\dot{I}_1$, $\dot{D}_{10}\dot{I}_2, \ldots, \dot{D}_{10}\dot{I}_6$. Tous ces couples, au nombre de 60, se réduisent, lors de l'unification, à DI, et on aura, par leur réunion, un cercle unique DI qui, étant formé par 60 cercles simples, aura un poids exprimé par 60.

» On trouvera également que les cercles $\dot{D}_1\dot{I}_7$, $\dot{D}_1\dot{I}_8, \ldots, \dot{D}_{10}\dot{I}_{12}$ se réduiront à DI et formeront un nouveau cercle DI ayant un poids égal à 60, de sorte que la case des DI donnera naissance, au moment de l'unification des points principaux, à 60 cercles DI ayant chacun un poids égal à 60.

» De même la case des $\dot{D}\dot{H}$ donnera naissance à 90 cercles DH ayant un poids égal à 40;

» La case des $\dot{D}\dot{T}$ donnera 180 cercles DT ayant un poids égal à 20;

» La case des $\dot{D}\dot{a}$ et la case des $\dot{D}\dot{b}$ donneront 180 cercles D*a* et 180 cercles D*b* ayant de même des poids égaux à 20;

» Enfin, la case des $\dot{D}c$ donnera 360 cercles D*c* ayant un poids égal à 10.

» Sans qu'il soit nécessaire de pousser cette analyse plus loin, on comprendra qu'après l'unification des points principaux le tableau général en lettres pointées et numérotées se résumera dans le tableau numérique suivant.

	CERCLES SIMPLES conservés après l'unification des points principaux.			CERCLES COMPOSÉS AU PREMIER DEGRÉ.		POIDS des cercles composés au premier degré.
	1500 $\dot{D}\dot{D}$			15 DD		100
	1620 $\dot{I}\dot{I}$			45 II		36
	1680 $\dot{H}\dot{H}$			105 HH		16
11790	1740 $\dot{T}\dot{T}$			435 TT	3240	4
	1740 $\dot{a}\dot{a}$			435 *aa*		4
	1740 $\dot{b}\dot{b}$	5250	2640	435 *bb*		4
	1770 *cc*			1770 *cc*		1
	3600 $\dot{D}\dot{I}$			60 DI		60
	3600 $\dot{D}\dot{H}$			90 DH		40
	3600 $\dot{D}\dot{T}$			180 DT		20
	3600 $\dot{D}\dot{a}$			180 D*a*		20
	3600 $\dot{D}\dot{b}$			180 D*b*		20
	3600 $\dot{D}c$			360 D*c*		10
	3600 $\dot{I}\dot{H}$			150 IH		24
	3600 $\dot{I}\dot{T}$			300 IT		12
	3600 $\dot{I}\dot{a}$			300 I*a*		12
	3600 $\dot{I}\dot{b}$			300 I*b*		12
75600	3600 $\dot{I}c$			600 I*c*	13050	6
	3600 $\dot{H}\dot{T}$			450 HT		8
	3600 $\dot{H}\dot{a}$			450 H*a*		8
	3600 $\dot{H}\dot{b}$			450 H*b*		8
	3600 $\dot{H}c$			900 H*c*		4
	3600 $\dot{T}\dot{a}$			900 T*a*		4
	3600 $\dot{T}\dot{b}$			900 T*b*		4
	3600 $\dot{T}c$			1800 T*c*		2
	3600 $\dot{a}\dot{b}$			900 *ab*		4
	3600 $\dot{a}c$	10800	4500	1800 *ac*		2
	3600 $\dot{b}c$			1800 *bc*		2
	87390	16050	7140	16290		
	87390			16290		
	16050			7140		
	71340			9150		

» On voit dans ce tableau comment les 87390 cercles compris dans le tableau en lettres pointées se réduisent, par l'unification des points principaux, à 16290 cercles composés au premier degré ayant des poids variables de 1 à 100.

» Parmi ces derniers cercles se trouvent les cercles *aa*, *bb*, *cc*, *ab*, *ac*,

bc, que je n'ai pas encore été conduit à introduire parmi les cercles auxiliaires du réseau pentagonal; ils sont au nombre de 7140 et ils ont un poids total égal à 16050. Si on les laisse provisoirement de côté, comme je l'ai fait jusqu'à présent, le nombre des cercles composés au premier degré se réduit à 9150, et leur poids total à 71340, c'est-à-dire à celui de 71340 cercles simples.

» Ces 9150 cercles ne sont pas encore, à proprement parler, du moins pour la plupart, des cercles du réseau pentagonal, mais ils sont sujets à se superposer entre eux pour former les cercles du réseau dont ils sont les éléments composés au premier degré. Le tableau qui les comprend tous avec leurs poids respectifs rend très-facile de supputer les cercles qui se superposent pour former un cercle du réseau et le poids total qui en résulte.

» Ainsi un grand cercle primitif contient, dans une demi-circonférence, 2 points D, 2 points I, 2 points H, 2 points T, 2 points *a*, 2 points *b*, et il se compose comme l'indique le tableau suivant :

			POIDS.	
1	cercle	DD	»	100
1	»	II	»	36
1	»	HH	»	16
1	»	TT	»	4
4	cercles	DI	4.60 =	240
4	»	DH	4.40 =	160
4	»	DT	4.20 =	80
4	»	D*a*	4.20 =	80
4	»	D*b*	4.20 =	80
4	»	IH	4.24 =	96
4	»	IT	4.12 =	48
4	»	I*a*	4.12 =	48
4	»	I*b*	4.12 =	48
4	»	HT	4. 8 =	32
4	»	H*a*	4. 8 =	32
4	»	H*b*	4. 8 =	32
4	»	T*a*	4. 4 =	16
4	»	T*b*	4. 4 =	16
60				1164

» On voit donc qu'un grand cercle primitif se compose de 60 cercles composés au premier degré et de 1164 cercles simples. Son poids est égal à 1164.

» Un octaédrique contient dans une demi-circonférence 3 points H,

6 points T, 3 points *a* et 6 points *c*. Il se compose comme l'indique le tableau suivant :

			Poids.
3	cercles	HH	3.16 = 48
18	»	HT	18. 8 = 144
9	»	H*a*	9. 8 = 72
18	»	H*c*	18. 4 = 72
15	»	TT	15. 4 = 60
18	»	T*a*	18. 4 = 72
36	»	T*c*	36. 2 = 72
117			540

» Ainsi un octaédrique se forme par la superposition de 117 cercles composés au premier degré ou de 540 cercles simples. Son poids est égal à 540.

» Un dodécaédrique régulier contient dans une demi-circonférence 5 points H et 5 points *b*. Il se compose comme l'indique le tableau suivant :

			Poids.
10	cercles	HH	10.16 = 160
25	»	H*b*	25. 8 = 200
35			360

» Ainsi un dodécaédrique régulier se forme par la superposition des 35 cercles composés au premier degré ou de 360 cercles simples. Son poids est égal à 360.

» Enfin, un dodécaédrique rhomboïdal contient, dans une demi-circonférence, 2 points I, 1 point H, 1 point T et deux points *c*. Il se compose comme l'indique le tableau suivant :

			Poids.
1	cercle	II	» 36
2	cercles	IH	2.24 = 48
2	»	IT	2.12 = 24
4	»	I*c*	4. 6 = 24
1	cercle	HT	» 8
2	cercles	H*c*	2. 4 = 8
2	»	T*c*	2. 2 = 4
14			152

» Ainsi un dodécaédrique rhomboïdal se forme par la superposition de

14 cercles composés au premier degré, ou de 152 cercles simples. Son poids est égal à 152.

» On voit en somme que les 61 grands cercles principaux absorbent 2700 cercles composés au premier degré et 29580 cercles simples, savoir :

CERCLES COMPOSÉS au premier degré.		CERCLES SIMPLES.
15	DD	15.100 = 1500
45	II	45.36 = 1620
105	HH	105.16 = 1680
165	TT	165. 4 = 660
60	DI	60.60 = 3600
60	DH	60.40 = 2400
60	DT	60.20 = 1200
60	D*a*	60.20 = 1200
60	D*b*	60.20 = 1200
120	IH	120.24 = 2880
120	IT	120.12 = 1440
60	I*a*	60.12 = 720
60	I*b*	60.12 = 720
120	I*c*	120. 6 = 720
270	HT	270. 8 = 2160
150	H*a*	150. 8 = 1200
210	H*b*	210. 8 = 1680
240	H*c*	240. 4 = 960
240	T*a*	240. 4 = 960
60	T*b*	60. 4 = 240
420	T*c*	420. 2 = 840
2700		29580

» Les grands cercles principaux absorbent donc près du tiers des cercles composés au premier degré et plus des $\frac{2}{5}$ des cercles simples qui entrent dans la composition du réseau pentagonal réduit aux cercles qui passent par les points principaux les plus importants désignés par des lettres majuscules. Ces cercles appartiennent à 21 espèces différentes, c'est-à-dire à toutes les espèces de cercles que j'ai employées, à l'exception des cercles D*c* seulement.

» De ces 21 espèces, 4 sont absorbées en entier par les cercles principaux du réseau : ce sont les cercles DD, II, HH et DI; et la première, les cercles DD, est comprise entièrement dans les 15 cercles primitifs. Quant aux 17 autres espèces, elles ne sont comprises qu'en partie dans les cercles principaux, et l'espèce D*c* n'y entre pas du tout. Il reste donc pour composer les cercles auxiliaires 18 espèces de cercles composés au premier degré, formant un nombre total de 6450 et 41760 cercles simples; répartis les uns

et les autres comme l'indique le tableau suivant :

CERCLES COMPOSÉS au premier degré.				CERCLES SIMPLES.	
270	= 9.30	TT	....	270. 4	= 1080
30	= 1.30	DH	....	30.40	= 1200
120	= 4.30	DT	....	120.20	= 2400
120	= 4.30	D*a*	....	120.20	= 2400
120	= 4.30	D*b*	....	120.20	= 2400
360	= 12.30	D*c*	....	360.10	= 3600
30	= 1.30	IH	....	30.24	= 720
180	= 6.30	IT	....	180.12	= 2160
240	= 8.30	I*a*	....	240.12	= 2880
240	= 8.30	I*b*	....	240.12	= 2880
480	= 16.30	I*c*	....	480. 6	= 2880
180	= 6.30	HT	....	180. 8	= 1440
300	= 10.30	H*a*	....	300. 8	= 2400
240	= 8.30	H*b*	....	240. 8	= 1920
660	= 22.30	H*c*	....	660. 4	= 2640
660	= 22.30	T*a*	....	660. 4	= 2640
840	= 28.30	T*b*	....	840. 4	= 3360
1380	= 46.30	T*c*	....	1380. 2	= 2760
6450					41760

» C'est en puisant dans cette masse que nous trouverons les éléments des cercles auxiliaires inscrits dans le tableau général des points d'intersection.

» On peut remarquer que le nombre des cercles composés au premier degré qui se trouvent ainsi tenus en réserve est constamment un multiple de 30, et le plus souvent même un multiple de 60. Ils doivent en effet servir à composer des séries de cercles homologues entre eux, qui sont au nombre de 30 ou de 60 dans chaque série, suivant que leurs pôles sont placés sur les grands cercles primitifs ou en dehors de ces derniers. Je présente ci-après le tableau de ceux de ces cercles, au nombre de 24, qui sont entrés dans mon travail actuel, en séparant ceux qui font partie de séries de 30 et de séries de 60 cercles, et en distinguant dans chacune de ces deux catégories les cercles composés au premier degré qui restent tels qu'ils sont indiqués dans le tableau précédent, de ceux qui, résultant de la superposition de plusieurs cercles composés au premier degré, peuvent être considérés comme des cercles composés au second degré.

SÉRIES DE TRENTE CERCLES.

CERCLES COMPOSÉS AU PREMIER DEGRÉ.

Bissecteur DH, Nord de l'Angleterre.
Bissecteur DH, Mont Seny.
Bissecteur DH, Belle-Ile.

» Ces trois bissecteurs des angles de 36 degrés sont homologues entre eux. Passant chacun en un point H, ils ont leurs pôles dans le grand cercle primitif dont ce point H est un des pôles. Ils sont par conséquent au nombre de 30 seulement. Le poids de chacun d'eux est 40.

CERCLES COMPOSÉS AU SECOND DEGRÉ.

Hexatétraédrique H*baab*, Minorque, Land's End.
Hexatétraédrique H*baab*, Alpes principales.

» Ces deux cercles, homologues l'un de l'autre, passent, comme hexatétraédriques, à des points H. Ils font partie d'une série de 30 cercles dont les poids sont exprimés par $2\mathrm{H}a + 2\mathrm{H}b = 4.8 = 32$.

Hexatétraédrique H*aa*, Minorque, Norvége.

» Ce cercle, de même que les précédents, fait partie d'une série de 30 cercles. Son poids est égal à $2\mathrm{H}a = 2.8 = 16$.

Hexatétraédrique H*a*TT*a*, Érymanthe.
Hexatétraédrique H*a*TT*a*, Inde, Turquie, Espagne.

» Ces deux cercles, homologues entre eux, font encore partie d'une série de 30 cercles. Le poids de chacun d'eux est égal à

$$2\mathrm{HT} + 2\mathrm{H}a + \mathrm{TT} + 4\mathrm{T}a = 2.8 + 2.8 + 4 + 4.4 = 52.$$

» Le poids total des 120 cercles qui composent ces quatre séries de 30 cercles est égal à $30(40 + 32 + 16 + 52) = 30.140 = 4200$.

SÉRIES DE SOIXANTE CERCLES.

CERCLES COMPOSÉS AU PREMIER DEGRÉ.

Diamétral D*c*, Alpes occidentales.

» Ce cercle ne passe à aucun point H, et n'a pas ses pôles dans un grand cercle primitif. Il fait donc partie d'une série de 60 cercles homologues entre eux. Chacun de ces cercles a un poids égal à 10.

Diagonal I*b*, Mont Serrat.

» Il ne passe à aucun point H et il fait partie d'une série de 60 cercles. Son poids est 12.

Trapézoédrique TI, Mont Viso.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles qui ont pour pôles les points *c*. Son poids est 12.

Trapézoédrique Ta, Vercors.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles dont le poids est 4.

Trapézoédrique Tb, Vendée.
Trapézoédrique Tb, Tatra.

» Ces deux cercles, homologues entre eux, font partie d'une série de 60 cercles. Leur poids est 4.

Trapézoédrique Tc, Hundsruck.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles. Son poids est 2.

CERCLES COMPOSÉS AU SECOND DEGRÉ.

Diamétral Dac, Forez.
Diamétral Dac, Côte-d'Or.
Diamétral Dac, Pays-Bas.

» Ces trois cercles, homologues entre eux, font partie d'une série de 60 cercles ayant chacun un poids exprimé par $Da + Dc = 20 + 10 = 30$.

Trapézoédrique TDb, Corse et Sardaigne.
Trapézoédrique TDb, Finistère.

» Ces deux cercles, homologues l'un de l'autre, font partie d'une série de 60 cercles dont les poids sont exprimés par

$$DT + Db + Tb = 20 + 20 + 4 = 44.$$

Trapézoédrique TIa, Morbihan.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles dont les poids sont exprimés par

$$IT + Ia + Ta = 12 + 12 + 4 = 28.$$

Trapézoédrique Tabc, Longmynd.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles dont les poids sont exprimés par

$$Ta + Tb + Tc = 4 + 4 + 2 = 10.$$

Trapézoédrique TTbb, Hécla.

» Il fait partie d'un série de cercles dont les poids sont exprimés par

$$TT + 4Tb = 4 + 16 = 20.$$

Trapézoédrique TTbbc, Sancerrois.

» Il fait partie d'une série de 60 cercles dont le poids est exprimé par

$$TT + 4Tb + 2Tc = 4 + 4.4 + 2.2 = 24.$$

» Le poids total des 720 cercles qui composent ces 12 séries de 60 cercles

est égal à

$$60.(10 + 12 + 12 + 4 + 4 + 2 + 30 + 44 + 28 + 10 + 20 + 24) = 60.200 = 12000.$$

» On voit, en résumé, que les 24 cercles auxiliaires employés dans mon travail actuel sont de 16 espèces différentes, dont 4 appartiennent à des séries de 30 cercles et 12 à des séries de 60 cercles. Le nombre total des cercles auxiliaires composés au premier et au second degré qui sont compris dans ces 16 séries est de 120 + 720 = 840, et leur poids total est de 4200 + 12000 = 16200.

» Le nombre des cercles composés au premier degré qui font partie de ces 16 séries de cercles auxiliaires est de 2220, et le nombre des cercles simples de 16200, appartenant les uns et les autres à 15 espèces différentes seulement sur les 18 que comprend la masse dans laquelle nous les avons puisés.

» En retranchant ces nombres de ceux qui ont été donnés plus haut, on voit qu'il reste 6450 — 2220 = 4230 cercles composés au premier degré, et 41760 — 16200 = 25560 cercles simples, qui ne font partie ni des cercles principaux, ni d'aucune des séries dans lesquelles nous avons pris des cercles auxiliaires. En effet, ces derniers n'ont été choisis que parmi ceux qui traversent le cadre de la carte géologique de la France et les parages de la Corse; or, indépendamment de ce qu'on devra probablement en employer d'autres encore pour la France elle-même, on conçoit qu'il doit exister un grand nombre de cercles auxiliaires qui ne trouvent leur application que dans des contrées situées autrement que la France, dans le réseau pentagonal.

» Ces derniers cercles, dont les désignations et les poids se composeront aussi simplement que pour les précédents, appartiendront à des espèces nouvelles, attendu que, dans les calculs précédents, j'ai fait entrer tous les homologues des cercles que j'ai employés. Mes calculs se trouvent même embrasser tous les cercles dont je me suis occupé antérieurement, car les sommes que j'ai formées comprennent les poids des cercles que j'ai considérés dans d'autres travaux, mais qui, à cause de leur éloignement de la France, n'ont pas trouvé place dans le travail actuel, tels que :

» Le primitif du système du Ténare ;

» Le primitif du système du Thuringerwald ;

» Le dodécaédrique régulier du système des Açores ;

» Le dodécaédrique rhomboïdal de l'axe volcanique de la Méditerranée;

» Le trapézoédrique TD*b* du système des Ballons;

» Le trapézoédrique TI du système de l'Ural.

» Si le présent travail reçoit plus tard de l'extension, ces derniers cercles seront au nombre de ceux qui devront y entrer. J'ai publié précédemment les données numériques qui les fixent sur la surface du globe. (Voir *Comptes rendus*, t. LVII, p. 121, séance du 20 juillet 1863.) »

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles études sur la maladie des vers à soie; par* **M. L. Pasteur** (1).

PREMIÈRE PARTIE.

« I. Dans une première communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie au mois de septembre 1865, j'ai dit comment la bienveillante insistance de M. Dumas m'avait déterminé à accepter de S. Exc. le Ministre de l'Agriculture la mission délicate de recherches nouvelles sur la maladie des vers à soie, maladie qui se prolonge depuis vingt années et qui a déjà compromis de plusieurs milliards la fortune publique en France et à l'étranger. Je prévoyais bien que ces études seraient aussi longues que difficiles. Aussi, après les avoir continuées cette année pendant cinq mois entiers, je sens la nécessité de les poursuivre à nouveau. Toutefois, je crois avoir approché du but, et j'aurais même l'espoir de l'avoir atteint, c'est-à-dire de pouvoir indiquer un moyen pratique de prévenir la maladie, si j'étais assuré que les éducations de l'an prochain confirmeront ma manière de voir.

» Persuadé que dans des recherches de cette nature il ne convient pas de porter son attention à la fois sur plusieurs des nombreuses questions qu'elles soulèvent, je me suis attaché uniquement, cette année comme l'an dernier, à l'étude de ces petits corps, appelés de divers noms, *corpuscules vibrants, corpuscules de Cornalia*... Aperçus autrefois par M. Filippi, les corpuscules des vers à soie ont été examinés avec soin par divers auteurs, MM. Lébert, Vittadini, Ciccone, et plus particulièrement par M. Cornalia, l'un des savants le plus versés dans la connaissance des vers à soie, qui a fondé en outre, avec

(1) L'Académie a décidé que ce Mémoire, quoique dépassant les limites réglementaires, serait reproduit en entier au *Compte rendu*.

M. Vittadini, sur la présence ou l'absence des corpuscules, un moyen de reconnaître la qualité d'une graine.

» Les corpuscules que l'on rencontre chez les vers à soie ont donné lieu à tant d'hypothèses et d'assertions contradictoires, qu'il règne encore une grande obscurité sur la signification qu'il faut leur attribuer.

» Je vais présenter à l'Académie le résumé de quelques-unes de mes observations en ce qui les concerne, et exposer sommairement mes vues au sujet de la maladie et des moyens de la prévenir.

» II. Un ver à soie peut être corpusculeux de naissance ou le devenir, soit par accident, soit principalement par influence d'hérédité, dans le cours de l'éducation. Or, voici ce qui arrive dans ces diverses circonstances. Si le ver corpusculeux ne meurt pas dans la coque de l'œuf, ce qui est le cas le plus fréquent, il mourra durant le premier âge ou à la première mue. S'il ne meurt pas à ce moment, ce qui est encore fréquent, il mourra à la deuxième mue. S'il ne meurt pas à la deuxième mue, ce qui se voit aussi très-souvent, il mourra à la troisième mue. S'il ne meurt pas à la troisième mue, ce dont il y a également de nombreux exemples, il mourra à la quatrième mue. S'il ne meurt pas à la quatrième mue, ce dont on voit également de nombreux exemples, il se traînera en restant *petit* pendant huit, dix, douze jours et davantage, sans pouvoir filer sa soie. S'il fait son cocon, ce dont il y a aussi des exemples, il mourra dans son cocon, étant encore sous la forme de ver. S'il ne meurt pas ver, ce qui peut arriver également quelquefois, il mourra chrysalide. S'il a pu se chrysalider et se transformer en papillon, ce papillon sera généralement de mauvaise apparence, dans tous les cas très-mauvais reproducteur.

» J'appelle toute l'attention de l'Académie sur cette marche de la vie du ver corpusculeux. En outre, de tels vers accomplissent mal leurs diverses mues. Elles sont retardées, les vers mangent moins, restent petits, et il n'est pas rare de voir des vers d'une même levée, provenant même d'une ponte unique, atteindre la quatrième mue, tandis que leurs frères corpusculeux n'auront encore que la grosseur de la deuxième ou de la troisième mue.

» Il n'y a donc pas à conserver le moindre doute sur cette assertion : les vers corpusculeux sont des vers très-malades. En d'autres termes, la présence des corpuscules est un signe de maladie.

» Un ver qui aurait de rares corpuscules à sa naissance peut-il les perdre et se guérir? C'est un point que je réserve. Je n'ai pas d'exemples avérés de ce fait, mais j'ai mille preuves que, quand il y a des corpuscules dans un ver jeune, ils se multiplent à l'infini à mesure que le ver grandit.

» III. Je viens de dire que le ver corpusculeux était toujours malade. Mais la *réciproque* n'est pas vraie. Un ver malade n'est pas toujours corpusculeux. Une chambrée peut aller très-mal, donner lieu à un très-faible rendement, fournir surtout de très-mauvaise graine, sans que les vers se montrent corpusculeux. Ce que je dis des vers peut s'étendre aux graines et aux chrysalides dans les premiers jours de leur formation. Des graines non corpusculeuses peuvent être malades, des vers non corpusculeux peuvent être malades; enfin, des chrysalides non corpusculeuses peuvent être malades. Bien plus, je dois ajouter que c'est le cas général. En d'autres termes, malgré l'assertion de tout à l'heure, que le corpuscule, quand il est présent, est un signe certain du mal, je prétends que le mal existe le plus souvent en l'absence des corpuscules. Visitons des chambrées que les résultats ultérieurs de l'éducation accuseront avoir été mauvaises, soit par le rendement qui sera faible, soit par la qualité de la graine des papillons, laquelle graine se montrera mauvaise l'année suivante et mauvaise cette fois par le fait du rendement, et étudions les vers de ces chambrées. Il arrivera très-fréquemment qu'ils ne seront pas corpusculeux. La graine dont ils sont issus n'aura pas offert du tout d'œufs corpusculeux, ou en très-petit nombre; enfin, les chrysalides déjà bien formées n'offriront pas davantage de corpuscules.

» S'il en est ainsi, comment reconnaître que la graine d'où ces chambrées proviennent, que les vers qui les composent, que les chrysalides de leurs cocons sont malades, et malades de ce que l'on doit appeler le mal actuel? Ici se présente la confirmation très-étendue de mes premières observations de l'an dernier. Ces chambrées dont je parle, issues de graines sans corpuscules, composées de vers non corpusculeux, dont les cocons nouvellement formés contiennent des chrysalides non corpusculeuses, sont des chambrées malades, parce que, si au lieu de nous borner à observer au microscope les graines, les vers, les chrysalides jeunes, nous observons les chrysalides âgées et les papillons, tous sans exception offriront des corpuscules en plus ou moins d'abondance. Or j'ai prouvé tout à l'heure que la présence des corpuscules était le signe certain d'un mal profond chez le ver. Il n'est pas possible que leur présence ne soit pas également un signe de maladie chez les papillons. Il serait illogique de ne pas l'admettre.

» Résumons ce qui précède : le corpuscule est-il présent dans la graine ou dans le ver, le mal existe; le corpuscule est-il absent dans la graine, dans le ver, dans la chrysalide jeune, il y a alors santé ou maladie.

Pour décider cette alternative, nous attendrons que la chrysalide soit sur le point de se transformer en papillon; mieux encore, nous attendrons que le papillon soit sorti de son cocon, afin de l'étudier au microscope. S'il est corpusculeux, nous dirons que la graine d'où il est issu, que le ver d'où il provient, que la chrysalide qui lui a donné naissance étaient malades, du moins très-prédisposés à le devenir, ou que la maladie est survenue dans la chambrée pendant le cours de l'éducation.

» IV. L'Académie doit voir clairement où est le point vif de mon raisonnement et de mes observations. Elle doit pressentir la conséquence à laquelle je veux arriver. C'est que le papillon sain est le papillon non corpusculeux; par suite, que la graine vraiment saine est celle qui provient de papillons non corpusculeux, et que l'on peut trouver dans la connaissance de ce simple fait le salut de la sériciculture.

» Il faut donc que toutes les observations concourent à établir que le papillon qui a des corpuscules est malade et que celui qui n'en a pas est relativement très-sain.

» Voici quelques autres preuves de cette double assertion.

» Considérons les chambrées les plus malades, celles où il y a des *petits*, des vers accomplissant mal leur mue, des vers rouillés au sortir de la quatrième mue, mangeant peu, ne grossissant pas, faisant peu de cocons, et étudions leurs chrysalides et leurs papillons. Dans tous les papillons il y aura à profusion des corpuscules, et dans la chrysalide ils se montreront souvent dès les premiers jours de sa formation. Les vers eux-mêmes pourront être en majorité corpusculeux. Quant aux papillons, ils seront généralement de très-mauvaise apparence et leur génération sera destinée à périr. Beaucoup de leurs œufs se montreront déjà corpusculeux.

» Considérons au contraire de belles chambrées de graines japonaises d'importation directe, ou telles chambrées indigènes plus ou moins irréprochables. Il arrivera assez souvent, principalement avec les vers japonais, et de préférence avec les japonais de race polyvoltine, que la majorité, quelquefois tous les papillons, seront sans corpuscules.

» Enfin, étudions des papillons de chenilles sauvages où l'on retrouve les mêmes tissus que dans les papillons de vers à soie, et nous ne rencontrerons pas davantage des corpuscules.

» Ce sont là de nouvelles preuves, quoique indirectes, de l'état plus ou moins maladif des papillons lorsqu'ils sont corpusculeux, et par suite de

la mauvaise composition de la graine qu'ils peuvent fournir, car il n'est pas possible d'admettre que des parents malades au moment de la fonction de reproduction fourniront de la graine aussi saine que des parents bien portants. Et déjà, ce qui est bien sûr, c'est que les parents chargés de corpuscules donnent quelquefois des graines tellement mauvaises, que toutes sont corpusculeuses. Or c'est un des cas où l'on voit les vers périr en masse sans donner de cocons, ou quelques cocons seulement.

» V. Mais il importe de connaître et de ne point perdre de vue les résultats suivants :

» Ce serait une erreur de croire que les papillons corpusculeux donnent toujours une graine mauvaise, industriellement parlant. Si l'on se place au point de vue commercial, l'expression de *mauvaise graine* doit s'appliquer seulement à toute graine qui ne donne pas un rendement suffisant et rémunérateur. Dès lors, peut-on appeler mauvaise graine toute graine issue de parents corpusculeux? En aucune façon. Des papillons corpusculeux peuvent donner une graine à rendement industriel. Et même, pour le dire en passant, telle était peut-être la situation de la sériciculture avant l'époque de la maladie actuelle. Je crois que les papillons étaient fréquemment corpusculeux, pas assez cependant pour altérer la graine au point de faire échouer les chambrées. Telle est encore présentement la situation au Japon.

» Les Japonais ont beaucoup de papillons corpusculeux (1), et la preuve en est que dans les graines japonaises de cette année, dans nombre de cartons du cadeau fait à l'Empereur, par exemple, j'ai trouvé des graines corpusculeuses. Or, il est très-certain que des graines ne sont corpusculeuses qu'autant qu'elles sont issues de parents qui étaient à profusion remplis de corpuscules. Je reviendrai tout à l'heure sur cette opinion que la maladie dite actuelle est pour ainsi dire inhérente aux éducations domestiques, et que nous ne faisons qu'assister depuis vingt ans à l'exagération d'un état de choses qui a toujours existé dans de moindres proportions.

» Je reprends les choses au point où je les ai laissées tout à l'heure, à savoir qu'il résulte de mes observations que la graine issue de parents

(1) J'ai eu l'honneur de remettre cet hiver à S. Exc. le Ministre de l'Agriculture une demande à l'effet d'obtenir de notre consul au Japon des papillons de diverses races, conservés dans l'alcool. Il sera facile à leur arrivée de constater le fait que j'avance, car les corpuscules ne sont nullement détruits, même par un long séjour dans l'alcool. J'ai trouvé ces petits corps en grande abondance dans des papillons qui m'ont été remis par mon savant confrère, M. Peligot, et qu'il avait conservés dans l'alcool depuis l'année 1852.

corpusculeux peut donner des vers propres à filer leur soie et à fournir un rendement rémunérateur. Non-seulement j'ai observé ce fait, mais j'ai reconnu en outre que de la graine issue de parents très-corpusculeux, assez même pour que beaucoup des œufs et des vers à leur éclosion aient été corpusculeux, et, par conséquent, arrivés dès leur naissance au degré le plus avancé du mal, j'ai reconnu, dis-je, que cette graine pouvait produire des papillons absolument dépourvus de corpuscules. Ce fait est digne de remarque, parce qu'il établit la possibilité de faire dériver des reproducteurs sains d'une graine malade au plus haut degré. Cela tient-il à ce que, parmi les œufs d'une ponte appartenant à un mâle et à une femelle très-malades, il peut y avoir quelques œufs sains, ou bien quelques œufs moins malades donnent-ils des vers qui reviennent à la santé pendant l'éducation? J'ignore laquelle de ces deux interprétations est la meilleure, et toutes les deux peut-être ont leur raison d'être. Mais au point de vue de la pratique, il importe assez peu de le savoir.

» Le fait dont je parle mérite d'autant plus qu'on s'y arrête qu'il est très-rare de rencontrer dans une chambrée industrielle qui a mal marché des papillons privés de corpuscules, ce qui tend à établir l'infection dans les chambrées.

» A quelles circonstances faut-il donc attribuer l'existence de ces papillons non corpusculeux, c'est-à-dire très-sains, dans ces éducations dont je parle, faites avec des graines que je savais très-mauvaises et issues de papillons chargés de corpuscules? Je l'attribuerais volontiers, non pas au fait seul de la petite éducation, mais à la précaution que je prenais d'éloigner jour par jour tous les vers morts sur la litière ou suspects d'une mort prochaine, dans une magnanerie propre, où l'on évitait le plus possible les poussières des litières, des planchers et des tables. On verra mieux peut-être tout à l'heure l'utilité de ces précautions bien simples et qui se confondent dans ce que l'on appelle des soins de propreté, faciles à prendre dans toutes les petites éducations.

» VI. Telles sont quelques-unes des observations qui me conduisent à proposer cette année le mode de grainage que j'avais déjà indiqué un peu timidement l'an dernier.

» Pour faire à coup sûr de la bonne graine, adressons-nous d'abord aux papillons non corpusculeux. Nous verrons plus tard à rechercher la limite de tolérance à accorder aux papillons corpusculeux pour en tirer de la graine bonne industriellement. Voici l'un des modes très-pratiques que l'on pourrait adopter.

» Une chambrée est à son terme; les cocons se font sur la bruyère. Il s'agit de savoir si l'on doit faire grainer, c'est-à-dire si les papillons que fourniront les cocons seront de bons reproducteurs, et si, en toute sécurité, on pourra compter sur leur graine. Telle est bien la question délicate prise du point de vue de sa plus grande utilité pratique. Recueillons dans la chambrée, un peu partout, sans choix, quelques bouquets de bruyère, offrant ensemble deux à trois cents cocons, et plaçons-les dans une pièce de quelques degrés en moyenne plus chaude que la chambrée où se trouvent les cocons. On sait que ces cocons donneront leurs papillons plusieurs jours avant ceux qui seront restés dans la chambrée à une plus basse température.

» Étudions ces papillons au microscope. S'ils sont en majorité privés de corpuscules, nous conclurons que la graine sera bonne et qu'on peut faire grainer toute la chambrée si on le désire. Dans le cas contraire, on saura qu'il faut porter les cocons à la filature pour les étouffer.

» Bien entendu, cette manière de faire n'est pas exclusive des indications ordinaires que l'on peut déduire de la marche générale de l'éducation, non plus que du caractère des taches; car, en général, les vers malades sont plus tachés que les vers sains.

» On pourrait s'effrayer, et c'était l'an dernier mon sentiment, lorsque je disais de ce procédé qu'il était plus scientifique qu'industriel, on pourrait, dis-je, s'effrayer de la nécessité de l'observation microscopique sur laquelle il repose. Mais j'ai pu me convaincre, cette année, que ce petit travail est aussi facile que rapide, et que des femmes et des enfants même pourraient s'en charger. On prend les papillons, on coupe leurs ailes que l'on rejette, et l'on broie tout le corps dans un mortier avec deux ou trois gouttes d'eau, puis on examine au microscope une goutte de la bouillie. Il suffit que l'on ait une fois appris à connaître les corpuscules pour que l'on sache si ce liquide en renferme plus ou moins.

» Si des études ultérieures sanctionnaient l'efficacité de ce moyen, on pourrait peut-être placer des microscopes, un ou deux, dans les mairies ou dans les comices, à l'époque des grainages, sous la direction d'une personne qui se serait rendu familier l'emploi de cet instrument pour la reconnaissance du caractère dont nous parlons. On viendrait là étudier les papillons destinés au grainage.

» En jetant les papillons dans l'esprit-de-vin, au moment du grainage, on pourrait retarder à volonté l'époque de l'examen de ces papillons et le faire faire où l'on voudrait dans le courant de l'année.

» Veut-on préparer de bonne graine tout à fait pure en petite quantité, on procédera par grainage cellulaire. Les mâles et les femelles des divers couples, qui auront été numérotés, seront étudiés après la ponte, et l'on mettra à part la graine des couples sains.

» Veut-on même arriver à de la graine saine en partant de cocons quelconques très-malades, on élèvera une petite quantité de la mauvaise graine produite par les papillons de ces cocons, en prenant ces petits soins de propreté dont je parlais tout à l'heure et qui paraissent éloigner l'infection, et l'on procédera également par grainage cellulaire avec les papillons issus de cette petite éducation. On trouvera généralement quelques rares couples sains qui serviront de bons reproducteurs pour l'année ou pour les années suivantes.

» Ces procédés permettraient la régénération graduelle de toutes les races.

» VII. Une objection se présentera peut-être.

» J'ai dit qu'une graine issue de papillons corpusculeux peut donner une chambrée à rendement industriel satisfaisant. Dès lors, en ne réservant pour graines que des chambrées dont la majorité des papillons sera sans corpuscules ou qui en renfermeront très-peu, on se privera de chambrées dont quelques-unes auraient pu faire de bonnes graines. C'est vrai; mais l'inconvénient est assez faible, puisque, après tout, on n'aura éloigné ces chambrées à bonne graine industrielle que pour en conserver qui leur seront supérieures.

» Enfin il ne faut pas s'y tromper : j'indique une voie qui me paraît devoir conduire sûrement à faire disparaître le fléau, mais bien des progrès sont possibles dans cette même direction. Voici un perfectionnement probable de la méthode de grainage que je propose. J'ai dit, en parlant des très-mauvaises chambrées, que les corpuscules apparaissent déjà dans les chrysalides jeunes, tandis que dans les chambrées qui ont bien marché et dont les papillons sont néanmoins corpusculeux, c'est en général tout au dernier âge de la chrysalide qu'apparaissent les corpuscules. Or il m'est avis que le papillon corpusculeux qui provient d'une chrysalide corpusculeuse dès son jeune âge doit être beaucoup plus malade et plus mauvais reproducteur, toutes choses égales, que le papillon également corpusculeux, mais provenant d'une chrysalide chez laquelle les corpuscules n'ont apparu que dans les derniers jours de son état de chrysalide. C'est donc peut-être par l'observation de l'époque à laquelle la chrysalide devient corpusculeuse que l'on pourrait espérer déterminer cette tolérance dont je parlais et qui auto-

riserait à faire grainer même les papillons corpusculeux. Je me propose de suivre ultérieurement la valeur de ce point de vue.

DEUXIÈME PARTIE.

» VIII. J'ai déjà fait observer que plus j'accumulerais de preuves que la présence des corpuscules est un signe du mal chez les papillons et la source de l'infection des graines et des chambrées qui en sortent, plus on devrait avoir confiance dans le procédé que j'indique pour vaincre le mal. Or voici des faits dont la signification n'échappera à personne.

» Lorsque je suis arrivé à Alais, dans les premiers jours de février, toutes les chambrées étaient encore dans l'état où elles avaient été laissées, l'an dernier, à la fin des éducations. On ne procède guère à leur nettoyage que quelques semaines avant la reprise des éducations de l'année courante.

» J'ai examiné au microscope les poussières de ces chambrées. A cet effet, je recueillais les litières sèches restées sur les tables ou déposées dans quelque coin de la magnanerie, les poussières qui recouvraient le sol, les murs, les *canisses*. Après un premier tamisage dans un tamis à larges mailles, je me servais de tamis de plus en plus fins, en dernier lieu d'un tamis de soie. C'est alors que la poussière était examinée au microscope. Le résultat constant a été celui-ci : en général, les corpuscules abondent dans ces poussières. Ils y sont souvent en si grand nombre, que, dans une seule magnanerie où l'on avait élevé quelques onces de graine blanche japonaise, en 1865, j'ai recueilli 2 litres d'une poussière tellement chargée de corpuscules, que la plus petite parcelle délayée dans une goutte d'eau en montre par milliers dans le champ du microscope.

» On serait bien tenté de croire, quand on songe surtout que les corpuscules ressemblent beaucoup à des spores de mucédinées, qu'un parasite analogue à la muscardine a envahi les chambrées, et que telle est la source du mal. Ce serait une erreur. Cette poussière était chargée de corpuscules parce qu'il y avait eu dans l'éducation beaucoup de vers corpusculeux morts dans les litières, pourris, desséchés, et que les corpuscules de leurs cadavres et de leurs déjections s'étaient disséminés partout.

» Je dépose sur le bureau de l'Académie un peu de la poussière de la magnanerie dont je parle. En l'examinant au microscope, l'Académie pourra se convaincre de l'effrayante multiplication de ces petits corps que je regarde toujours comme une production qui n'est ni végétale ni animale, incapable de reproduction, et qu'il faudrait ranger dans la catégorie de ces corps réguliers de forme que la physiologie distingue depuis quelques

années par le nom d'*organites*, tels que les globules du sang, les globules du pus, etc.

» Quoi qu'il en soit, nous allons reconnaître que cette poussière des magnaneries, que l'on éloigne des éducations à leur début en presque totalité par le nettoyage préalable, mais qui renaît en quelque sorte pendant les nouvelles éducations, renferme des éléments toxiques à un haut degré, alors même qu'on en éprouve les effets une année après sa production et sa dessiccation au contact de l'air.

» En saupoudrant la feuille de mûrier que l'on donne à manger aux vers avec cette poussière, on provoque une grande mortalité, et, dans l'intervalle de peu de jours, on donne lieu à l'un des symptômes habituels de la maladie, la présence des *petits*. Un seul repas par jour de feuilles salies par ces poussières, alternant avec deux ou trois repas de feuilles ordinaires, amène en quelques jours une mortalité qui s'élève à 20, 50 et 80 pour 100 du nombre total des vers. Développe-t-on ainsi la maladie avec présence des corpuscules? Non, car les vers morts dans ces conditions n'en ont pas présenté. Mais nous savons que l'absence des corpuscules ne prouve pas l'absence de la maladie. Dans tous les cas, il est sensible que les matières qui composent la poussière des magnaneries sont toxiques pour les vers à soie lorsque cette poussière est très-corpusculeuse. En outre, j'ai cru remarquer que l'effet était plus accusé sur les vers déjà malades ou prédisposés à la maladie que sur les vers sains.

» L'expérience est plus concluante lorsque l'on recouvre les feuilles de gouttelettes d'eau ordinaire rendue trouble par les liquides et les solides du corps d'une chrysalide ou d'un papillon très-corpusculeux. Tous les vers soumis à l'expérience ont péri dans l'intervalle de quelques jours. Les mêmes essais répétés, soit avec des poussières minérales, soit avec de l'eau rendue trouble par les substances qui composent le corps d'un papillon sain, n'ont donné lieu à aucune mortalité qui mérite d'être signalée (1).

---

(1) J'aurais désiré placer sous les yeux de l'Académie les résultats de cette expérience. M. Peligot voulut bien me remettre un certain nombre de vers ayant accompli leur quatrième mue depuis quelques jours. Après les avoir partagés en plusieurs lots, j'ai donné à l'un d'eux de la feuille humectée avec une eau rendue trouble par les matières du corps de papillons corpusculeux; mais aujourd'hui ils vivent encore et se préparent à faire leurs cocons.

Les expériences de ce genre que j'ai faites à Alais ont porté sur des vers plus petits et avant la quatrième mue. Est-ce là la cause de la différence de l'essai de Paris et des essais d'Alais? Je ne sais. Tout ceci sera l'objet d'études approfondies l'an prochain.

» Lorsque l'on se représente les éducations industrielles telles qu'elles sont conduites, il est difficile de ne pas admettre, d'après les faits qui précèdent, que, dans les chambrées dérivant de mauvaises graines, beaucoup de vers se perdent par le mode d'infection dont je viens de parler. La feuille ne serait pas malade, l'air que les vers respirent ne serait pas chargé de miasmes délétères; il n'y aurait pas un choléra des vers à soie, ni d'épidémie mystérieuse dans ses causes. Un mal pouvant naître dans une éducation quelconque par des circonstances propres aux éducations (1), mal héréditaire par infection congéniale; les crottins des mauvais vers, surtout lorsque ces crottins sont humides; les débris des cadavres de ceux qui périssent, toutes circonstances qui accumulent des poussières dangereuses pour la santé des vers, voilà peut-être toute la maladie.

» IX. Je suis très-porté à croire qu'il n'existe pas de maladie actuelle particulière des vers à soie. Le mal dont on se plaint me paraît avoir existé toujours, mais à un moindre degré. J'ai déjà dit qu'il existait sûrement au Japon, bien que ce pays nous envoie des graines relativement saines. En outre, M. le préfet du Gard ayant bien voulu faire la demande, un peu partout dans son département, d'anciens cocons étouffés, et M. le général Morin, de son côté, ayant mis obligeamment à ma disposition des cocons conservés par M. Alcan au Conservatoire des Arts et Métiers, j'ai pu m'assurer que quelques chrysalides de l'année 1838, époque à laquelle on était encore loin de se plaindre de la maladie actuelle, offraient en abondance des corpuscules. Aussi ai-je l'espoir que, si le mal est combattu et écarté avec intelligence, on arrivera à une situation bien meilleure que celle qui a précédé l'époque antérieure à la maladie.

» X. En outre, j'ai des motifs sérieux de croire que la plupart des maladies du ver à soie connues depuis longtemps sont liées à celle qui nous occupe, la muscardine et, peut-être, la grasserie exceptées. Il ne faut pas oublier que si les éducations d'autrefois étaient à l'ordinaire faciles, régulières et rémunératrices, elles ont toujours donné lieu à une grande mortalité, ne s'élevant pas à moins de 40 à 50 pour 100 environ, ai-je ouï dire, du nombre total des œufs et des vers à la naissance. Il m'est avis que

(1) J'ai fait des éducations dans des boîtes de carton munies de leurs couvercles. Tous les papillons ont été corpusculeux. J'ai tout lieu de croire que les mêmes graines élevées à la manière ordinaire avec renouvellement de l'air auraient fourni beaucoup de papillons privés complétement de corpuscules.

cette mortalité était pour une grande part sous l'influence de la maladie dite *actuelle* (1).

» Le développement des corpuscules altère, selon moi, à des degrés très-divers les humeurs et les liquides du corps des papillons. Sans doute ils peuvent assez peu se multiplier, ou se multiplier dans des organes qui intéressent à un assez faible degré la fonction de reproduction pour que la graine des parents corpusculeux ne soit pas malade sensiblement. Il est vraisemblable, au contraire, qu'il y a tels degrés d'altération des parents qui correspondent à telles ou telles affections ou genres de morts qualifiés anciennement de maladies spécifiques du ver à soie. Voici, par exemple, ce que j'ai observé relativement à la maladie dite des *morts-flats*, qui a toujours fait de grands ravages, et qui a déterminé, conjointement avec la muscardine, au commencement du siècle, les intéressantes études de Nysten. Parmi les échantillons de graines que j'avais préparés l'an dernier, il y en avait un issu de papillons, mâle et femelle, très-corpusculeux, pas de façon, cependant, à rendre la graine corpusculeuse ni les vers. Néanmoins, il est mort de ceux-ci 64 pour 100, entre la quatrième mue et la montée, de cette maladie des morts-flats. J'attribue cette mortalité à ce que la graine née de parents corpusculeux était malade au degré voulu pour provoquer la maladie des morts-flats; car il m'est difficile d'admettre qu'un accident inconnu d'éducation ait donné lieu à cette maladie, d'autres essais de la même graine placés à côté de celui-ci et conduits absolument de la même manière ne m'ayant rien offert de pareil.

» Voici un autre fait non moins significatif. Dans les expériences où j'ai vu périr tous les vers qui avaient pris quelques repas de feuilles humectées par les débris du corps de papillons très-corpusculeux, si j'avais eu à qualifier le genre de mort qui avait atteint ces vers, sans rien connaître de l'expérience par laquelle j'avais provoqué leur mort, j'aurais dit qu'ils avaient péri de la *négrone*, car dès le lendemain de la mort, le corps de ces vers était tout noir.

» XI. Je ne saurais mieux faire comprendre la manière dont je me représente la maladie des vers à soie qu'en la comparant aux effets de la phthisie

---

(1) J'ai vu échouer plusieurs éducations sous l'influence de causes mal déterminées. On aurait attribué volontiers ces échecs à la maladie régnante. Pourtant il n'en était rien. Je suis porté à croire qu'il y a assez souvent des insuccès provoqués par quelque circonstance défectueuse pendant la conservation de la graine, ou à l'époque de l'incubation. Il arrive fréquemment que l'on met sur le compte de la maladie régnante des échecs qui ont de tout autres causes.

pulmonaire. Il s'agit ici, bien entendu, d'effets généraux et de ressemblances dans les résultats. Je ne prétends pas le moins du monde assimiler ces maladies dans leurs natures propres, qui probablement diffèrent beaucoup. La phthisie pulmonaire est une maladie héréditaire, mais elle est aussi une maladie que mille accidents peuvent déterminer. Elle est donc, pour ainsi dire, inhérente à l'espèce humaine. En outre, le signe physique des tubercules n'apparaît qu'à un certain âge. Provoquez des mariages entre parents atteints de cette affection, et la maladie fera peu à peu de grands ravages. De même, je pense qu'en pleine prospérité, en partant de la meilleure graine possible, on pourra donner naissance à des vers qui deviendront par accident corpusculeux, sinon les vers eux-mêmes, du moins les papillons. La meilleure de mes graines de l'an dernier, provenant de parents qui n'offraient que de très-rares corpuscules, m'a fourni quatre-vingt-onze papillons sur cent absolument dépourvus de corpuscules (1). Les neuf papillons corpusculeux ne l'étaient pas, je crois, par hérédité, mais par accident d'éducation, peut-être par contagion. J'en serais plus sûr encore si la graine d'où ils étaient issus avait été produite par des papillons absolument sans corpuscules. Mais la graine totale de ces cent papillons, dont neuf sont corpusculeux, pourrait donner une bien plus grande proportion de papillons corpusculeux, surtout si tous les neuf papillons infectés le sont à un degré suffisant pour amener un tel résultat. La troisième génération pourrait être plus infectée encore, et ainsi de suite. Cette circonstance se présenterait d'autant plus sûrement, que dans les grainages successifs on ne prendrait aucun soin pour éloigner les papillons évidemment mauvais à la simple apparence de leurs ailes et de leurs corps. Les grainages industriels qui ont été un des effets de la maladie sont ordinairement entachés de ce vice radical, très-préjudiciable aux chambrées, et bien fait pour propager outre mesure le mal régnant.

» XII. Si l'on se reporte maintenant à ma Note de l'an dernier, on verra que plusieurs des principes qui me servaient de guide et que je n'avais présentés que sous toutes réserves du contrôle de faits nouveaux, plus nombreux et mieux étudiés, ont aujourd'hui l'appui de preuves décisives.

» 1° La présence des corpuscules dans une graine ou dans un ver est l'indice du mal le plus profond et le plus avancé.

» Toutes les contradictions qui ont été adressées sur ce point aux observations de MM. Cornalia, Vittadini, Lébert sont dénuées de fondement.

---

(1) Dans une éducation de la graine d'un couple de race polyvoltine, graine produite en 1866 et dont le mâle et la femelle n'avaient pas du tout de corpuscules, aucun des papillons n'a été corpusculeux.

» 2° L'absence des corpuscules dans un ver ou dans une graine ne prouve pas que ce ver, que cette graine ne sont pas malades.

» S'il faut condamner une graine, une graine indigène principalement, dont beaucoup d'œufs sont corpusculeux, il est indispensable de ne prêter qu'une confiance réservée à une graine qui ne contient pas de tels œufs. L'étude de la graine, bonne en soi, n'éclaire donc pas suffisamment l'éducateur.

» Une chambrée dans laquelle on ne trouve pas de vers corpusculeux, ou qui n'en offre qu'exceptionnellement, peut échouer comme rendement, et elle se montre très-souvent défectueuse lorsqu'on la prend comme source de graine pour l'année suivante.

» 3° C'est que la maladie, avec présence du caractère des corpuscules, ne s'accuse en général que dans les chrysalides âgées et dans les papillons.

» Le ver non corpusculeux porte donc très-souvent en lui-même la prédisposition qui le rendra très-corpusculeux dans la dernière de ses métamorphoses, celle-là même qui intéresse le plus directement sa fonction de reproduction.

» 4° Dans aucun cas, les papillons non corpusculeux ne fournissent au nombre de leurs œufs un seul œuf corpusculeux, c'est-à-dire un œuf dont on puisse dire, dès son éclosion, que le ver qui en sort est destiné à périr dans le cours de l'éducation avec tels ou tels des symptômes caractéristiques de la maladie régnante.

» Tous les œufs corpusculeux proviennent donc de papillons très-chargés de corpuscules.

» 5° La réciproque n'est pas exacte, c'est-à-dire que des papillons chargés de corpuscules peuvent donner et donnent très-fréquemment une graine dont les divers œufs ne sont pas du tout corpusculeux.

» 6° Non-seulement des papillons plus ou moins chargés de corpuscules peuvent fournir des graines qui n'en contiennent pas, mais en outre ces mêmes graines, élevées avec des soins de propreté ordinaires, particulièrement en petites éducations, conduisent à des papillons parmi lesquels un plus ou moins grand nombre ne sont pas du tout corpusculeux (1).

(1) J'entends par petites éducations des éducations qui peuvent être quelconques, à la seule condition qu'elles soient dirigées avec ces soins de propreté auxquels je fais allusion, tels que délitages à temps utile, éloignement des poussières, suppression fréquente des vers morts ou mourants, aération convenable. Il faut y joindre une bonne conservation de la graine qui ne doit point *travailler*, puis s'arrêter, puis reprendre son travail intérieur. Il

» XIII. En cherchant à déduire des principes qui précèdent, par le raisonnement seul, un moyen pratique de produire de la bonne graine, on arrive, en quelque sorte forcément, au procédé de grainage que j'ai indiqué, car ces principes permettent d'affirmer que le papillon vraiment sain, bon reproducteur par conséquent, est dépourvu de corpuscules. Je parle bien entendu de la maladie régnante; un papillon non corpusculeux qui serait issu d'un ver prédisposé à la *grasserie*, par exemple, pourrait être mauvais reproducteur et fournir une graine dont les vers périraient de la grasserie. J'ai eu une preuve de ce fait cette année.

» Que manque-t-il donc au procédé auquel je fais allusion pour que je puisse, dès à présent, le proposer en toute sécurité? Il lui manque le contrôle des éducations des nombreuses graines que j'ai préparées, en les qualifiant à l'avance par l'examen du corps des papillons d'où ces graines sont issues. J'ai fait déjà quelques éducations de telles graines, obtenues en 1865, dont le résultat a répondu à mon attente. Mais par les raisons que j'ai fait connaître dans ma Note de l'an dernier, j'avais trop peu de ces graines à ma disposition, et je dois attendre les données des éducations futures avant de me prononcer définitivement.

» XIV. Les principes que j'ai posés tout à l'heure me paraissent rigoureusement démontrés par l'ensemble des observations que j'ai recueillies cette année. Il résulte en outre de ces observations des conséquences qui, pour être présentement moins bien étayées par l'expérience, méritent cependant l'attention sérieuse des savants et des éducateurs. Voici les principales :

» 1° Les papillons corpusculeux sont d'autant plus malades et mauvais reproducteurs que leurs chrysalides ont été plus tôt le siége de la formation des corpuscules.

» 2° La maladie actuelle a toujours existé. Il n'y a qu'exagération d'un état de choses en quelque sorte inhérent aux éducations industrielles.

» Des causes mal connues l'ont développée outre mesure. Cependant il serait facile, par des grainages pratiqués sans autre intérêt que celui de produire des œufs en abondance, et aussi par des éducations dans un air humide, non renouvelé, de faire naître la situation actuelle, même en pleine

---

m'est avis que la graine doit être conservée au froid (cellier au nord dans les hivers ordinaires, cellier plus froid, cave, dans les hivers doux) jusqu'au dernier moment, et sa température graduellement élevée à l'incubation. Il faut y joindre également beaucoup de science pratique dans l'art de conduire les repas au moment des diverses mues. Tout cela avec beaucoup d'air, c'est-à-dire un air renouvelé, un air non stagnant, comme en procurent de bonnes dispositions de magnaneries pour la ventilation.

prospérité. Il est donc bien probable qu'il n'y a rien de mystérieux ni dans la maladie ni dans ses causes.

» 3° La maladie existe au Japon, souvent très-développée dans telles ou telles chambrées individuelles. Mais tandis qu'il est rare aujourd'hui de trouver en France une chambrée dont tous les papillons ne soient pas corpusculeux, il en existe beaucoup de telles au Japon, surtout parmi les chambrées polyvoltines, et dans les autres le nombre des papillons corpusculeux est relativement faible en général.

» 4° La mortalité des chambrées avant l'époque de la maladie était déjà en partie sous l'influence du mal actuel. On a donné des noms spécifiques à des maladies qui ne sont que des formes et des effets de la maladie régnante.

» 5° La mortalité des chambrées à mauvaise graine provient non-seulement d'une infection de la graine par hérédité congéniale, mais en outre de l'introduction directe dans le corps des vers de feuilles salies par des poussières, des déjections, ou des débris de vers morts très-corpusculeux.

» XV. Un mot encore en terminant sur les corpuscules considérés dans leur mode de formation. Si j'avais eu à ma disposition les ressources d'un laboratoire, je crois qu'il m'eût été facile de faire une analyse élémentaire de ces petits organites, dont on pourrait préparer vraisemblablement de grandes quantités en opérant à peu près comme on le fait pour isoler la fécule des cellules de la pomme de terre.

» Mes observations de cette année m'ont fortifié dans l'opinion que ces organites ne sont ni des animalcules ni des végétaux cryptogamiques.

» Il m'a paru que c'est principalement le tissu cellulaire de tous les organes qui se transforme en corpuscules ou qui les produit. Entre les muscles et le tissu cellulaire qui les entoure et les pénètre, on voit quelquefois les corpuscules faire hernie, tant leur abondance est grande. L'enveloppe des poches plus ou moins volumineuses dans lesquelles, ainsi que je le disais l'an dernier, sont renfermés les corpuscules, est peut-être le plus souvent constituée par le tissu cellulaire propre à tel ou tel organe.

» Les études auxquelles je me suis livré cette année ont exigé un travail considérable qu'il m'eût été impossible d'accomplir seul. Un jeune physicien déjà connu par d'importantes recherches, M. Gernez, n'a cessé de me prêter son concours le plus empressé et le plus intelligent. M. Duclaux, jeune chimiste fort exercé, a bien voulu, également, passer quelque temps auprès de moi et m'a rendu d'importants services. C'est à eux que revient une bonne part des observations sur lesquelles s'appuient les données qui précèdent. Toutefois leurs fonctions universitaires les obligeant ailleurs, je ne dois pas oublier le bienveillant empressement de S. Exc. le Ministre

de l'Instruction publique à accorder toutes les facilités nécessaires pour leur collaboration. Je suis heureux d'en témoigner ici ma vive reconnaissance. Enfin je ne saurais trop louer M. Lachadenède, président, et M. Despeyrous, secrétaire du Comice agricole d'Alais, de leur dévouement sans bornes aux intérêts qui leur sont confiés.

» Je déposerai ultérieurement sur le bureau de l'Académie des tableaux nombreux, faisant connaître tout le détail de mes observations. J'espère que l'on sera conduit à leur donner les mêmes interprétations que moi-même; aussi, est-ce avec quelque confiance que j'attendrai les résultats des éducations de tous les échantillons de graines que j'ai préparés cette année. S'ils confirment les idées que je me suis faites au sujet de la nature et de la propagation du mal, j'ai la confiance que toutes les plaintes des sériciculteurs disparaîtront bientôt. »

« Après la lecture de M. Pasteur, **M. Combes** demande la permission d'exprimer à son illustre confrère sa reconnaissance pour les beaux travaux qu'il vient d'exposer devant l'Académie. M. Combes est sûr d'être le fidèle interprète des populations séricicoles du midi de la France, qui souffrent depuis si longtemps du fléau dont M. Pasteur étudie les causes, pour en découvrir le remède. S'il atteint, comme il y a lieu de l'espérer, le but qu'il poursuit avec la sagacité et la persévérance que nous lui connaissons, il ramènera la prospérité dans nos contrées des Cévennes, qui sont aujourd'hui réduites à une misère déplorable. Il sera le bienfaiteur de ce pays et aura acquis la gloire la plus pure et la plus durable à laquelle un savant puisse aspirer. »

M. Dumas, qui a reçu, jour par jour, les témoignages de la reconnaissance respectueuse que le dévouement et la persévérance de M. Pasteur ont inspirée aux habitants d'Alais et des Cévennes, se joint à M. Combes et prie l'Académie de décider qu'un nombre assez considérable d'exemplaires de son Mémoire soient mis à la disposition de l'auteur pour être distribués dans le Midi.

L'Académie adopte la proposition.

MINÉRALOGIE. — *Note sur la phosphorescence de la blende hexagonale; par* **M. Edm. Becquerel.**

« M. Sidot m'a remis quelques échantillons de sulfure de zinc cristallisé (blende hexagonale) qu'il a obtenus récemment par volatilisation, et qui sont phosphorescents par insolation à un assez haut degré.

» La blende ordinaire est phosphorescente, mais à un degré bien plus

faible que les cristaux préparés par M. Sidot. Les échantillons que j'ai sont formés de cristaux agglomérés; ceux qui sont à l'extérieur de chaque agglomération sont blancs, et ceux qui sont à la partie centrale sont jaunes : cette teinte jaune, qui rappelle celle des composés d'uranium, est probablement due à un état moléculaire en vertu duquel la phosphorescence a lieu, car les cristaux qui prennent cette teinte sont plus phosphorescents que les autres. Le sulfure de strontium phosphorescent présente, comme on le sait, un effet du même genre.

» Étudiés à l'aide du phosphoroscope, les cristaux blancs donnent une lumière propre d'un beau bleu pour une vitesse modérée de l'appareil, ce qui indique une persistance de phosphorescence de $\frac{1}{100}$ de seconde au plus; les cristaux jaunes sont d'un jaune verdâtre pour la plus petite vitesse de l'appareil, puis changent de nuance à mesure que cette vitesse augmente, et passent au bleu de façon à présenter une teinte moins foncée que les précédents, par suite du mélange de la lumière verte à la lumière bleue de courte persistance. Ces cristaux colorés offrent donc par phosphorescence des rayons différemment réfrangibles et de durée inégale, des rayons verts de longue durée et des rayons bleus d'une courte durée. Mais si tous les échantillons présentent cette couleur bleue, il n'y a que certains cristaux qui soient lumineux vert.

» Ce sulfure de zinc se rapproche donc des substances telles que le diamant, le silicate de chaux (wollastonite), le carbonate de chaux, etc., qui changent de nuance dans le phosphoroscope; seulement les couleurs sont différentes. Les diamants, comme on sait, donnent des rayons jaunes de longue durée et des rayons bleu clair de plus courte durée; le silicate de chaux, des rayons orangés de longue durée et des rayons verts de courte durée, etc.; mais les corps qui donnent une couleur bleue dans l'appareil sont peu nombreux.

» Puisque certains cristaux restent lumineux avec une teinte verte très-longtemps après l'influence de la lumière, il est facile d'étudier l'action que les différents rayons du spectre exercent sur eux. Pour cela, j'ai fait adhérer avec de la gomme arabique des cristaux réduits en poudre sur une feuille de carton, afin d'y projeter le spectre lumineux. J'ai constaté d'abord que la substance présente, après l'insolation, une lumière d'une couleur analogue à celle du sulfure de strontium vert phosphorescent dont j'ai indiqué la préparation (1); elle n'est peut-être pas aussi

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 3e série, t. LV, p. 46; 1859.

vive, mais elle paraît avoir une durée aussi grande, qui est de plusieurs heures au moins. Seulement, les limites des rayons qui excitent la phosphorescence ne sont pas tout à fait les mêmes pour le sulfure de zinc et pour les sulfures alcalino-terreux : le sulfure de zinc ne présente qu'un seul maximum d'action entre les raies G et H, à $\frac{2}{6}$ de la distance GH, plus près de G que de H, et cette action s'étend d'un côté jusque près de F, à la limite du vert et du bleu, et de l'autre jusque vers P, bien au delà du violet. Ainsi la partie active du spectre solaire sur ce corps est située un peu plus du côté du rouge que celles qui agissent sur les sulfures de strontium et de calcium, et se trouve avoir à peu près les limites de la partie active du spectre sur le sulfure de baryum. (*Voir* Mémoire cité plus haut, p. 63 et suiv.)

» Une fois la matière excitée, elle est soumise à l'action des rayons qui éteignent la phosphorescence, absolument comme les sulfures alcalino-terreux, et présente les effets que j'ai décrits dans des Mémoires antérieurs. Cette partie du spectre va d'un côté depuis F, au commencement du bleu, jusque bien au delà du rouge, à une distance de la raie du rouge A presque égale à celle qui sépare A de F; elle parait même s'étendre un peu plus dans l'extra-rouge.

» Ainsi, sous le rapport des effets de persistance des impressions lumineuses sur les corps, les cristaux de blende hexagonale se rapprochent des sulfures phosphorescents de strontium, de calcium et de baryum.

» Le sulfure de cadmium cristallisé, obtenu de la même manière par M. Sidot, n'offre pas une phosphorescence persistante comme le sulfure de zinc; mais, placé dans le phosphoroscope, il devient lumineux avec une teinte orangée quand on fait tourner très-rapidement la roue de l'appareil; il donne donc une phosphorescence de cette nuance, mais de très-courte durée.

» Quand M. Sidot m'a remis ses échantillons de blende, je m'occupais à rechercher les lignes ou bandes noires pouvant exister dans le spectre solaire dans la partie extra-rouge; comme aucune action chimique n'y a lieu, on ne peut s'aider de la photographie pour les obtenir. Les actions calorifiques pouvaient les indiquer; mais il faut une intensité assez grande pour agir sur des thermomètres ou sur des piles thermo-électriques. Néanmoins, MM. Fizeau et Foucault ont indiqué l'existence d'une large bande obscure située au delà de A et à peu près à la même distance de A que la ligne D. Les effets de phosphorescence, avec les rayons que l'on peut appeler *extincteurs*, permettent d'atteindre ce but, non pas dans toute l'étendue du

spectre extra-rouge, car ces rayons ne s'étendent pas aussi loin que ceux du spectre calorifique, mais enfin jusqu'à une certaine distance.

» Voici le procédé d'expérience employé. On éclaire à la lumière diffuse toute la surface phosphorescente, puis, dans la chambre noire, on projette sur la surface un spectre très-pur et très-intense, présentant les lignes noires connues. Au bout de quelques instants, en fermant l'orifice de la chambre noire, on voit que toute la surface est lumineuse, sauf dans la partie située depuis F jusqu'en A et au delà, où la phosphorescence est détruite. S'il y a des raies ou espaces noirs sans action, ils demeurent brillants par rapport aux parties voisines du spectre. Par ce moyen, on ne peut opérer que très-vite, car la faible intensité lumineuse de la surface ne permet pas de bien distinguer les lignes. Mais si, à cet instant, on élève la température de la carte par derrière, à l'aide d'une lampe à alcool, on voit aussitôt la lumière augmenter sur toute la surface de la carte, excepté dans les parties où les rayons les moins réfrangibles ont agi; les lignes lumineuses, dans ce cas, indiquent les raies inactives.

» Bien que je n'aie pas terminé le travail que je fais sur ce sujet, je dirai que, après avoir soumis à l'expérience les sulfures alcalino-terreux, j'ai employé le sulfure de zinc, qui se prête très-bien à ce genre d'expériences par suite de l'extension du spectre dans les régions extra-rouges, et j'ai trouvé les mêmes effets avec ces différents corps; j'ai obtenu notamment un large espace inactif, correspondant à celui qui avait été indiqué à l'aide des effets thermométriques, situé au delà de A, à peu près à une distance égale à AD; mais au delà il y a comme un espace plus étroit où la destruction de l'action a lieu plus vivement que dans les parties voisines. C'est comme une sorte de large ligne active, peut-être divisée en deux, moins large que l'espace des deux raies H, et qui serait une ligne brillante si cette partie du spectre était lumineuse. Plus près du rouge, j'ai observé une autre ligne semblable et plus étroite.

» Ces résultats ont été obtenus avec un prisme de flint et avec un prisme de sulfure de carbone. Il serait nécessaire d'opérer avec un prisme en sel gemme et avec une lentille de même substance, car il est probable que le verre agit par absorption dans cette partie de l'image prismatique; mais je n'en ai pas eu d'assez pur pour pouvoir distinguer les raies même de la partie visible. C'est un sujet dont je continue l'étude, et je n'ai parlé de ces résultats préliminaires qu'à l'occasion de la matière active dont il vient d'être question et pour donner l'indication d'une méthode que j'avais déjà fait connaître comme donnant les raies de la partie visible du spectre, et

qui peut s'appliquer à une partie invisible qui avoisine le rouge, mais moins réfrangible que celle-ci. »

GÉOLOGIE. — *Quinzième Lettre à* M. Élie de Beaumont *sur les phénomènes éruptifs de l'Italie méridionale; par* **M. Ch. Sainte-Claire Deville.** (Suite et fin.)

« Je terminais ma dernière communication en vous indiquant, aussi bien que je l'ai pu avec les documents dont je dispose, le rôle du cratère supérieur du Vésuve, durant les huit premiers jours de l'éruption de 1861. Le neuvième jour (17 décembre), j'étais à Naples, et j'y suis resté jusqu'au milieu de février 1862. Je vais résumer en peu de mots mes observations durant cette période.

» Dès le jour de mon arrivée, j'ai été témoin, de Naples, d'une assez forte projection de cendres. Le nuage atteignit une grande hauteur et fut sillonné par plusieurs éclairs.

» Les deux jours suivants (18 et 19 décembre) tout resta dans le calme : mais le 20, étant à étudier la lave, nous observâmes, M. Fouqué et moi, deux projections analogues; le 22 et le 23, le phénomène se renouvela.

» Chaque fois, les cendres tombèrent en faible quantité sur la ville de Naples; mais leur abondance fut loin d'égaler la projection du 8 décembre, dont j'ai retrouvé les traces à de grandes distances du Vésuve, sur la pointe extrême des deux presqu'îles de Sorrente et de Baja.

» Au reste, lorsque, quelques jours après, le 27 décembre, je montai au sommet du Vésuve, je vis sortir du cratère central, sans bruit, mais avec une certaine violence, des cendres mélangées à de grandes quantités de vapeur d'eau, et apportant avec elles une odeur sensible de soufre, et même peut-être d'acide sulfureux.

» Il en fut de même lors d'une autre ascension que je fis le 15 janvier suivant, et j'appris que, les jours précédents, des quantités notables de cendres avaient été projetées et recueillies sur la terrasse de l'Observatoire.

» On peut donc affirmer qu'à partir du moment où la lave parut s'arrêter et les éjaculations des cratères adventifs diminuer brusquement, il se fit au cratère supérieur une forte explosion, qui entraîna, avec des quantités considérables de cendre, des blocs de plus de 1 mètre de diamètre, et qui, plus d'un mois encore après, était suivie d'explosions beaucoup moindres et de légères projections. Dans ces dernières, les blocs eux-mêmes n'avaient pas entièrement disparu; car, le 27 décembre, me trouvant, avec M. Fouqué, sur le cratère supérieur et près du bord septentrional, j'en vis, à quel-

ques pas de moi, tomber un qui portait environ 30 centimètres de côté, et qui brûla cruellement la main imprudente du guide qui s'en était saisi.

» Vers le 30 décembre, les projections du sommet diminuèrent brusquement, et le nuage supérieur du Vésuve, vu de Naples, ne parut qu'assez rarement chargé de matières pulvérulentes (1). On peut, d'ailleurs, remarquer que, vers ce moment, la température des émanations inférieures de la fissure commença à s'élever et même leurs caractères chimiques à changer, comme je l'ai dit plus haut.

» Y a-t-il eu là encore signe d'antagonisme entre les manifestations du cratère supérieur et celles de la fissure?

» Voici, maintenant, ce que j'ai pu recueillir touchant les phénomènes chimiques du cratère supérieur.

» Je vous rappellerai, d'abord, qu'après la grande éruption de 1855, dès le

---

(1) Je donne ici, en note, l'extrait des remarques que j'ai consignées, jour par jour, sur l'aspect que présentait la sommité du Vésuve, vue de Naples.

17 décembre 1861. — Lorsque nous arrivâmes à Naples, le volcan donnait à peine quelques fumées blanches. Vers 4 heures du soir, il commence à projeter à une grande hauteur une fumée noirâtre et jaunâtre, dans laquelle, vers 5 heures, nous distinguons quelques éclairs. Aucun signe d'incandescence. A 6 heures, tout est calmé.

Le 18 et le 19, fumées blanches.

Le 20, vers 2 heures, comme j'étais au sommet des bouches de l'éruption, deux fortes projections du cône supérieur; puis calme jusqu'au soir, et toute la journée du 21.

Le 22, dès le matin, nous avons vu des cendres. Ce même jour, le guide Giovanni Cozzolino est monté au sommet; il a vu tomber quelques blocs, gros comme la moitié de la tête, avec un peu de fumée. La vapeur n'avait aucune odeur acide et n'était nullement incommode.

Dans la nuit du 22 au 23, nouvelle recrudescence. Le 23, de grand matin, nous avons vu le Vésuve entouré d'un nuage noir. En nous rendant à la Torre, M. Fouqué et moi, nous avons rencontré les cendres à Resina, et, en arrivant à la Torre, nos habits en étaient couverts. A Naples, il en est tombé fort peu.

Le 24, même état. A 5 heures du soir, nous avons vu un éclair à la base d'une projection. La fumée n'était pas très-noire, mais elle sortait évidemment par bouffées.

Le 27, ascension du Vésuve. Projections de cendres et blocs incandescents.

Ce même état continue jusqu'au 29, avec quelques alternatives de plus grande ou de moindre intensité : mais il y a toujours projection de cendres noires.

Le 30, diminution sensible dans l'abondance des projections; la fumée plus blanche; accroissement de température dans les mofettes de la Torre.

Le 31, diminution plus sensible encore.

Le 2 janvier 1862, la fumée est devenue tout à fait blanche, et le cône supérieur a repris son aspect habituel. Même état pendant tout le mois de janvier, excepté le 10, où l'on a vu de petites projections, accompagnées de vapeurs blanches, et les 12, 13 et 14, où le cône a paru entouré de fumées légèrement noirâtres.

10 juin 1856, il se forma, dans la grande cavité qui occupait le centre du cratère supérieur, un petit cône d'éruption, que j'ai décrit dans ma *Sixième Lettre*. Puis, à partir de ce moment, et à divers intervalles, pendant les années 1856, 1857 et 1858, le volcan subit un grand nombre de crises qui toutes eurent pour théâtre le cône central (1).

« Le plateau supérieur du Vésuve, écrivait M. Guiscardi le 20 jan-
» vier 1858, n'est plus reconnaissable, tant sont grandes les inégalités de
» sa surface, tant il est recouvert de laves disloquées et redressées, de blocs
» épars et de scories. La *Punta del Palo*, presque indiscernable, manque au
» géologue qui cherche une *étoile polaire* sur cet océan formé d'ondes
» solides. »

» En mai 1858, peu de jours après l'éruption qui détermina sur les pentes du grand cône, au-dessus de l'Ermitage, une énorme accumulation de scories rougeâtres et vomit la lave qui envahit le *Fosso grande*, presque tout cet échafaudage disparut dans un immense effondrement, lequel s'agrandit encore dans la nuit du 8 au 9 décembre 1861.

» Tel était l'aspect général du cratère supérieur lorsque je l'étudiai en décembre 1861, janvier et février 1862. Le point culminant était toujours le sommet que M. Scacchi avait appelé *Punta del* 1850 (2), et le croquis lithographié ci-joint en représente le plan, d'après la petite triangulation, faite par M. le capitaine d'état-major Verneau, attaché au bureau topographique de Naples, qui voulut bien m'accompagner au Vésuve le 12 février 1862.

» J'ai fait, pendant mon séjour à Naples, quatre ascensions au sommet du volcan, les 27 décembre 1861, 6 et 15 janvier, 12 février 1862.

» Il n'y avait, comme je vous l'ai déjà dit dans ma *Douzième Lettre* (séance du 10 février 1862), outre l'immense gouffre que représente le dessin de M. Verneau, qu'une seule fissure d'où se dégageassent des vapeurs sensibles. Cette fente, représentée par la ligne AB, dans le croquis ci-joint (3), était

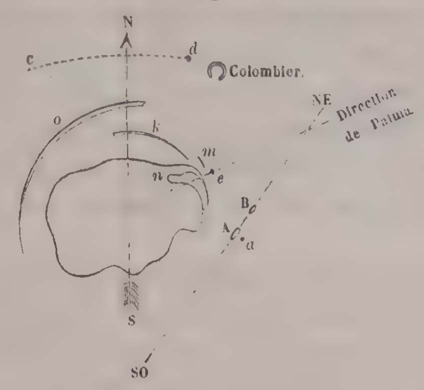
---

(1) On lira avec un vif intérêt les *Notizie del Vesuvio* par M. le professeur G. Guiscardi. Dans cette brochure de quatorze pages, l'auteur a recueilli, par lui-même ou par ses guides, un très-grand nombre de faits, qui donnent l'histoire du grand cône du Vésuve entre le 10 juin 1856 et le 20 janvier 1858.

(2) L'effondrement de la nuit du 8 au 9 décembre n'a affecté que très-légèrement ce point culminant. En effet, M. le professeur Schiavoni qui, à ma demande, a fait de ce point une mesure trigonométrique le 13 février 1862, lui a trouvé une altitude de $1271^{m},3$, cette altitude étant, en 1855, de $1285^{m},7$. C'est donc une quinzaine de mètres tout au plus dont le sommet aurait été abaissé depuis l'éruption.

(3) Ce croquis est extrait d'une Lettre de M. A. Mauget, en date du 25 octobre 1863, que

placée dans la région orientale du cratère supérieur : sa direction, comme je l'ai fait remarquer dans la Lettre précitée et comme cela résulte aussi



du croquis ci-dessus, était sensiblement celle de la fissure de 1794. Voici l'histoire de cette fissure pendant que je l'ai observée.

» Le 27 décembre, la température de l'air, au sommet, était de $-2^\circ,5$ et, de plus, les projections de cendres et de blocs incandescents étaient continuelles. Je ne pouvais donc songer à établir mes appareils d'analyse à quelques mètres de la bouche qui les vomissait. Je me contentai de noter : 1° que les émanations de l'orifice A avaient, aussi loin que je pus étendre ma main sans être brûlé, une température de 73 degrés et *étaient légèrement acides;* 2° que les émanations de l'orifice B, plus éloigné du centre, n'avaient qu'une température de 50 degrés, étaient neutres et présentaient une *odeur de soufre* (1) très-bien caractérisée : elles contenaient des traces d'acide sulfhydrique, et, très-probablement, de l'acide carbonique.

» Les 6 et 15 janvier, les émanations de l'orifice A ne sont plus acides, leur température est tombée à 65 degrés, et elles contiennent, avec de l'air appauvri en oxygène :

	6 janvier.	15 janvier.
Acide carbonique..........	3,32	5,91

» Le 12 février, l'aspect a un peu changé : il s'est formé en A une cavité dont je ne puis plus atteindre le fond, et, là où je puis introduire le thermomètre, je trouve 80 degrés. L'émanation n'est pas encore redevenue acide, mais l'analyse du gaz donne jusqu'à 8,1 pour 100 d'acide carbonique.

---

je cite plus loin. Il représente le cratère tel qu'il était à cette époque; mais les traits essentiels n'ayant pas encore changé, il peut servir à l'intelligence de ce qui se passait en janvier et février 1862.

(1) J'appelle ainsi une odeur particulière, très-caractéristique, et qui n'est peut-être que celle de l'acide sulfhydrique, en doses extrêmement faibles.

On entend dans l'orifice un bruit de soufflet et d'ébullition : toute la plaine fume, « comme si le feu était très-voisin (1). » Enfin, lorsque, après avoir fait le tour du cratère, je descends la pente qui est tournée vers Torre del Greco ou vers la fissure de 1794, je trouve le cône supérieur jalonné dans cette direction par des dégagements de vapeur d'eau à 50 ou 60 degrés.

» Ces faits, qui semblent sans intérêt si on les considère isolément, en acquièrent, au contraire, lorsqu'on les rapproche de ce qui s'observait concurremment sur la fissure active de l'éruption, et que j'ai rappelé au début de cette Lettre.

» On voit, en effet, du 20 au 27 décembre, la fissure au sommet témoigner d'une certaine activité, pendant la petite recrudescence du cratère central que j'ai signalée et qui s'est arrêtée le 30 décembre; puis, l'intensité éruptive au sommet s'affaiblit en janvier, tandis que j'observe, dans la partie inférieure de la fissure, au bord de la mer, l'élévation de la température et l'apparition de l'hydrogène sulfuré.

» En février, il y a de nouveau interversion; la température, au bord de la mer, avait déjà diminué de quelques degrés. Je vous écrivais (*Quatorzième Lettre*) des fumerolles de la lave : « Le 3 février, elles présentaient, à » la fois, une réaction alcaline et la réaction de l'hydrogène sulfuré, et dé» posaient sur le sel ammoniacal de petits cristaux de soufre. Le 14, elles » n'agissaient ni sur le papier de tournesol, ni sur l'acétate de plomb ; elles » ne déposaient plus ni soufre, ni sel ammoniac. »

» Nous venons de voir, au contraire, l'activité se ranimer au sommet à mesure qu'elle diminuait dans les régions inférieures de la fissure.

» A quel degré s'est élevée, à ce moment, cette réintégration des forces éruptives dans les régions supérieures du volcan? C'est ce que je ne puis affirmer. Mais il est probable que cette grande chaleur, ces masses considérables de vapeur d'eau qui envahissaient le cratère, se sont accrues au point de miner une grande partie de la voûte; car je vois, au 22 mars 1862, une petite éruption, signalée par M. Guiscardi, déterminer encore l'éboulement d'une partie de la *Punta del* 1850 (*Notizie vesuviane*, citées par E. Söchting, *Fortschritte der Physik*), et une Lettre de M. Mauget, en date du 15 juin suivant, mentionne le fait suivant :

« Le 2 juin, vers $8^h 30^m$ du matin, j'étais à mes travaux de forage de *la* » *Bolla*, situés, comme vous le savez, au pied de la Somma, quand le Vé» suve, qui était auparavant très-calme, lança tout à coup par son cratère » supérieur d'énormes tourbillons de cendres, qui retombèrent en pluie

(1) C'est la réflexion que je trouve dans mon cahier de notes.

» jusque près de Resina et de Torre del Greco... En voyant ce phénomène,
» je crus à une nouvelle éruption; mais il n'en était rien : c'était la voûte
» du cratère qui venait de s'affaisser, entraînant à sa suite dans l'abîme
» l'arête qui séparait les deux anciens cratères et une bonne partie de leur
» pourtour. Les matières légères furent alors projetées sous forme de cendres
» et produisirent cette espèce d'éruption, qui ne dura guère plus d'une
» demi-heure... Les pierres s'accumulèrent au fond du cratère unique,
» beaucoup plus grand que les deux autres réunis, mais moins profond
» d'un tiers environ. »

» Six jours après, le 8 juin, M. Mauget fit l'ascension du cône supérieur. Cet immense cratère pouvait s'étudier dans ses moindres détails : quelques fumerolles, non acides, s'échappaient seulement de l'une de ses parois. M. Mauget examina le point de la fissure que j'avais étudié quelques mois auparavant : la température en était de 66 degrés, et la proportion de l'acide carbonique (qu'accompagnait l'air appauvri en oxygène) y varia, en trois analyses, entre 4,97 et 5,55 pour 100.

» Les manifestations du sommet, après cette petite crise, semblaient donc encore moins actives qu'auparavant, et il y a assurément quelque intérêt à voir ces émanations, revenues ce qu'elles étaient en février 1862, ne consister qu'en vapeur d'eau, à peine échauffée, et entraînant avec elle quelques centièmes d'un gaz, l'acide carbonique, dont, dix ans auparavant, on niait l'existence au sommet du Vésuve (1).

» Cet état de prostration, qui succède à la grande éruption de 1861 (2), est déjà remplacé, quelques mois plus tard, par des indices d'activité modérée. Dans les premiers jours d'avril 1863, notre savant confrère, M. de Verneuil, fait l'ascension du cône supérieur, et m'écrit : « Aujourd'hui, le
» volcan est à l'état de repos : il offre, à son sommet, un cratère qui a ab-

---

(1) M. Mauget s'est assuré que le résidu après l'acide pyrogallique n'était pas combustible. Il en était de même aux 6 et 15 janvier 1862; mais, en janvier, le gaz portait avec lui (comme le constate ma *Douzième Lettre*) une forte odeur empyreumatique, analogue à celle qui s'observait alors aux émanations de Torre del Greco. Il est donc très-probable qu'en ce moment, il se dégageait du cratère supérieur, avec l'acide carbonique, de faibles proportions d'hydrogène carboné : indice d'une activité réduite à son minimum, qu'il faudrait tâcher, ce me semble, au retour d'une phase semblable, de retrouver et de préciser dans les régions supérieures du volcan.

(2) Je l'appelle *grande éruption*, bien qu'elle n'ait donné apparemment qu'une lave de peu d'étendue. Mais je chercherai à justifier cette appréciation dans une *Seizième Lettre*, qui sera consacrée aux caractères variables des éruptions elles-mêmes, considérées dans leur ensemble.

» sorbé les deux anciens cônes, et qui a plus d'étendue à lui seul qu'ils n'en
» avaient ensemble. Je l'ai mesuré au pas avec assez de soin, et lui ai trouvé
» 700 à 750 mètres de circonférence. Quant à sa profondeur, mon guide
» et moi nous l'avons estimée à 100 mètres au plus. Les parois intérieures
» sont trop escarpées pour qu'on puisse y descendre. Des vapeurs blanches,
» légèrement acides, chlorhydriques et sulfureuses, s'échappaient en abon-
» dance de fissures placées à 10 mètres au-dessous de l'orifice du cratère.
» Quand le vent balayait ces nuages de vapeurs, nous apercevions distincte-
» ment le fond du cratère. Il était couvert de blocs de lave et n'émettait au-
» cune espèce de gaz. Les parois de ce grand orifice offraient ces belles cou-
» leurs que prennent les laves soumises à l'action des vapeurs volcaniques. »

» Quelques jours après, le 24 avril, M. Mauget montait aussi au cratère supérieur et y assistait à de grands éboulements qui, sous ses yeux, détachaient de la paroi des masses considérables et les précipitaient au fond du cratère central, qui s'élargissait ainsi progressivement.

« La forme du cratère, dit M. Mauget dans une Lettre en date du 10 mai
» 1863, est toujours celle d'une ellipse aplatie, dont le grand axe prolongé
» passerait à peu près par Naples et Sarno. Sa paroi est presque verticale
» tout autour, excepté du côté de Castellammare, où le gouffre affecte la
» forme d'un cylindre terminé par une partie de cône tronqué.

» Quelques beaux chlorures tapissent l'intérieur et se groupent princi-
» palement du côté de Naples, de Castellammare et de Sarno, vers le milieu
» ou le bas du cratère. Une quantité de petites fumerolles acides en sortent
» et empêchent parfois de rien distinguer à l'intérieur de cette immense
» cavité, dont le pourtour, mesuré au pas, peut être évalué à 850 mètres.
» Nous en avons fait le tour sans être incommodés par les vapeurs chlor-
» hydrosulfureuses, dont l'intensité est encore bien faible aujourd'hui.

» Une longue fissure excentrique (*voyez* la figure ci-dessus), qui com-
» mence en face de Torre del Greco, et n'est d'abord visible que par les
» vapeurs non acides qui s'en dégagent à une température de 61 degrés,
» se continue vers la Somma, et vient aboutir presque en face et un peu à
» gauche de la montée ordinaire, en se rapprochant de plus en plus des
» bords du cratère. Sur une partie de son étendue, on remarque quantité
» de petites aiguilles de soufre.

» Une autre fissure, dans le sens d'une des arêtes du cône, forme deux
» excavations A et B. La température des vapeurs en A est de 70 degrés : le pa-
» pier de tournesol bleu y rougit facilement; l'acétate de plomb y reste intact.

» En B, à dix pas au-dessous du point A, la température du gaz est en-
» core de 70 degrés ; mais il ne rougit plus le tournesol bleu, n'attaque pas

» l'acétate de plomb. Mes deux analyses ont donné :

Acide carbonique	1,75	1,82
Oxygène	19,88	19,02
Azote	78,37	79,16
	100,00	100,00

» Cet extrait confirme les observations de M. de Verneuil, montre que l'élargissement du cratère se poursuivait rapidement, et témoigne bien, par la nature des émanations, qu'il y avait tendance à ce que l'intensité éruptive s'accrût au sommet.

» Même remarque pour l'ascension du 22 octobre 1863, faite encore par M. Mauget.

» A la fente AB, dirigée N.E.-S.O., s'est ajoutée une nouvelle fissure plus inclinée vers l'est.

» L'orifice A est tapissé intérieurement de chlorures et d'aiguilles de soufre en très-grande quantité : ses émanations rougissent encore le papier de tournesol bleu, mais n'attaquent plus le papier d'acétate de plomb. Elles ont donc, depuis le mois d'avril, éprouvé une phase d'activité assez grande, qui a diminué et qui reprend de nouveau.

» La fumerolle B n'a plus qu'une température de 49 degrés, et ses émanations, qui ne noircissent pas le papier imprégné d'acétate de plomb, donnent :

Acide carbonique	0,78	0,76
Oxygène	19,17	20,05
Azote	79,95	79,19
	100,00	100,00

» Si cette fissure, qui, vous vous le rappelez, coïncide sensiblement en direction avec celle de Torre del Greco, semblait perdre de son activité, d'autres points du cratère supérieur en ont acquis, au contraire. Ainsi, vers l'E.-N.-E., un petit four (*m* du plan) donne des émanations qui rougissent fortement le papier de tournesol bleu et qui accusent une température de 210 degrés; plus loin, des fumerolles, légèrement acides, s'échappent d'une fissure concentrique, à 72°,5; enfin, plus bas et plus loin du cratère central, près de la *Punta del Palo*, des fumerolles sortent (du point *d* du plan) avec une température de 62 degrés et la composition suivante :

Acide carbonique	2,74	2,48
Oxygène	18,45	18,32
Azote	78,81	79,20
	100,00	100,00

» La tendance à un accroissement d'intensité éruptive au sommet du Vésuve continuait donc encore à la fin de 1863, et a progressivement amené la phase de petites éruptions successives, à laquelle j'ai donné le nom de *phase strombolienne*. Tel était, en effet, l'état du cratère supérieur du Vésuve lorsque, en 1865, M. Fouqué l'a étudié, à son retour de l'Etna. Mais le rôle de la fissure de 1794 ou de 1861 s'était effacé : d'autres directions de fissures avaient hérité de son activité. Si j'allais plus loin, je dépasserais donc le but de cette Lettre, où je m'étais uniquement proposé de faire l'histoire de cette fissure, depuis le jour de sa recrudescence, le 8 décembre 1861, jusqu'au moment où elle aurait cessé de manifester aucune activité.

» Mais, dans une prochaine communication, qui sera comme un appendice à cette Lettre, je dirai ce que je sais des dernières péripéties qu'a subies le cratère supérieur de l'Etna. Heureux si cet essai, pour lequel me manquent encore tant de données, pouvait engager les jeunes savants qui habitent le pied du Vésuve ou de l'Etna à entreprendre une tâche qui, j'ose l'affirmer, ne serait pas inutile au progrès de la science! »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Des vaisseaux propres dans les Ombellifères;* *par* **M. A. Trécul.**

« L'étude des vaisseaux propres des Ombellifères a été très-négligée par les botanistes, car il n'a été écrit que fort peu de lignes sur ces jolis organes. L'abandon dont ils ont été l'objet, et qui paraît dû à leur défaut de membrane propre, a été tel, que tout ce que l'on sait à leur égard se résume en ces quelques mots : Ce sont des canaux contenant un suc oléo-résineux, qui existent dans les racines, dans les tiges, dans les feuilles, les fruits, etc. Et encore n'est-on pas d'accord sur leur constitution, puisque certains botanistes les croient limités par une membrane propre.

» Je dirai tout de suite que ces canaux oléo-résineux sont, dans les plantes que j'ai étudiées, des vaisseaux le plus ordinairement continus, ramifiés, anastomosés les uns aux autres et formant un système qui s'étend dans toutes les parties du végétal. Ce système n'a pas de membrane propre; il est limité le plus communément par une rangée de cellules plus petites que les environnantes; mais quelquefois ces cellules ne se distinguent pas du tout ou à peine des utricules adjacentes.

» Le suc contenu dans ces canaux est limpide ou trouble, blanc de lait ou jaune à divers degrés. Il est limpide dans les *Pastinaca sativa*, *Scandix pecten-Veneris*, *Chærophyllum bulbosum*, *Buplevrum fruticosum*, *etc.* Il est blanc de lait dans les parties jeunes des *Ferula tingitana*, *glauca; Angelica sylvestris*, *Smyrnium Olusatrum*, *Daucus Carota* (sauvage), *etc.;* trouble et

jaune dans les *Sison Amomum*, *Imperatoria Ostruthium;* d'un très-beau jaune limpide ou trouble dans les *Opopanax Chironium* et *orientalis*.

» Parmi les organes qui renferment ce suc, les racines, qu'elles soient adventives ou qu'elles soient des ramifications d'un pivot, présentent un arrangement des canaux oléo-résineux qui n'a pas encore été remarqué. Il existe, en effet, tout près de la périphérie, au milieu ou immédiatement au-dessous d'une mince couche de tissu cellulaire, qui forme comme une sorte de périderme de quelques rangées de cellules un peu allongées horizontalement, des vaisseaux propres qui, dans les coupes transversales, sont isolés de distance en distance sur une ligne circulaire. Sur des coupes parallèles au plan tangent, ces canaux s'étendent longitudinalement en décrivant des zigzags, des angles desquels partent des branches horizontales, qui les unissent aux angles semblables des canaux voisins. Ces branches horizontales sont communément écartées de $0^{mm},30$ à $0^{mm},45$. Dans le *Sium lancifolium,* je ne les ai trouvées éloignées que de $0^{mm},15$ à $0^{mm},25$. (Ex. *Opopanax Chironium*, *Imperatoria Ostruthium*, *Sison Amomum*, *Eryngium giganteum*, *Buplevrum ranunculoides*, *angulosum; Ægopodium Podagraria*, *Anthriscus vulgaris*, *Seseli varium*, *Coriandrum sativum*, *Scandix pecten-Veneris*, *Petroselinum sativum*, *Lagoecia cuminoides*, *Heracleum verrucosum*.) Si pour les voir on était incommodé par la présence de l'amidon, on ferait disparaître l'obstacle en plaçant les coupes dans une solution concentrée de chlorure de calcium ou de zinc.

» Outre ces vaisseaux propres, les racines en possèdent encore dans l'écorce sous-jacente. Il y a sous ce rapport de notables différences, surtout en ce qui concerne la quantité. Je ne puis dans ce résumé que signaler quelques exemples des plus remarquables.

» Le tissu placé sous le périderme que je viens de mentionner est ordinairement lacéré et tout imprégné de gaz. Il est composé du parenchyme externe et de la partie superficielle des rayons du tissu libérien dit *cribreux*, qui, n'ayant pu s'étendre, arrêtés par le périderme, se sont plissés et ont déterminé la déchirure des rayons médullaires. On ne peut guère apercevoir dans ce tissu que des vaisseaux propres épars; mais dans l'écorce plus interne on remarque souvent que les canaux oléo-résineux sont disposés dans le tissu cribreux en séries parallèles aux rayons (*Heracleum verrucosum*, *Eryngium giganteum*, *Seseli varium*, *etc.*); dans quelques espèces dont l'écorce interne est bien conservée, on peut voir aussi que les vaisseaux propres y sont rangés suivant des cercles concentriques plus ou moins parfaits (*Opopanax Chironium*, *Sison Amomum*, *Eryngium campestre*, *Fœniculum*

vulgare, Buplevrum angulosum, etc.). Des coupes longitudinales parallèles au plan tangent y font apercevoir des anastomoses dans les *Myrrhis odorata, Eryngium campestre, Opopanax Chironium, etc.* Cette dernière plante montre même des réticulations.

» Il n'existe ordinairement pas de canaux oléo-résineux dans le système fibro-vasculaire des racines. Cependant de curieux exemples m'en ont été donnés. Dans le système vasculaire de la racine principale de l'*Opopanax Chironium*, et de ses plus grosses ramifications, les fibres ligneuses sont remplacées par des cellules courtes et à parois minces, et ces cellules sont beaucoup plus abondantes vers le centre qu'à la périphérie. En effet, il n'y a au centre qu'un petit groupe irrégulier et lâche de vaisseaux rayés autour duquel se succèdent, en alternant, des cercles de parenchyme et des cercles de vaisseaux rayés, de manière que les cercles parenchymateux les plus rapprochés de l'axe sont les plus larges, et les cercles vasculaires les plus étroits et les moins denses. Il faut même de l'attention pour voir le cercle vasculaire le plus interne. Le deuxième, quoique très-mince aussi, est plus visible, ses éléments étant plus rapprochés. Au contraire, il existe à la périphérie du corps vasculaire une large couche dans laquelle les vaisseaux sont assez serrés pour donner à l'œil nu l'aspect d'une épaisse couche ligneuse. Eh bien, non-seulement il y a des canaux oléo-résineux dans les cercles parenchymateux qui alternent avec les cercles vasculaires; il y a encore de semblables vaisseaux propres au milieu de la couche vasculaire externe. Ils y sont dispersés suivant un cercle à peine apparent sous le microscope, parce qu'il est fort rétréci et parce qu'il n'est pas purement parenchymateux comme les précédents, des vaisseaux rayés y étant mêlés aux vaisseaux propres. Des anastomoses unissent quelquefois ces canaux oléo-résineux et y déterminent même des réticulations.

» Le *Myrrhis odorata* présente aussi des vaisseaux propres dans le cylindre fibro-vasculaire de beaucoup de ses racines; mais ce cylindre a une constitution toute spéciale dont je n'esquisserai ici que la forme la plus complexe. La racine qui me l'offrit avait, autour d'un petit axe muni de vaisseaux rayés, trois zones de faisceaux vasculaires alternant avec quatre couches corticales. L'écorce externe avait la structure propre à beaucoup d'Ombellifères, et contenait des canaux oléo-résineux comme elles. Les autres couches d'écorce, interposées aux cercles des faisceaux, avaient aussi des vaisseaux propres dans les intervalles des rayons médullaires (1).

(1) Voici quelques mots de plus sur la structure de cette racine, qui avait 4 centimètres de diamètre. Son écorce extérieure, ai-je dit, avait l'aspect ordinaire. Des trois couches vasculaires concentriques séparées par des couches corticales, les deux externes avaient leurs

» Les racines adventives de l'*OEnanthe crocata* méritent aussi une mention particulière. Leur structure appartient à un tout autre type que les précédentes. Elles ont une sorte d'enveloppe noirâtre qui se détache aisément (en mai), et sous laquelle est une mince couche de cellules étroites et incolores qui se multiplient en séries rayonnantes. Tout le tissu central que celle-ci enserre est constitué par un parenchyme dont les utricules sont pleines d'amidon, et au milieu de ce parenchyme il n'existe pas de cylindre fibro-vasculaire unique. Ce dernier est remplacé par un nombre de faisceaux épars que j'ai vu varier de neuf à vingt et un. Ce nombre change aussi dans une même racine à des hauteurs différentes; car une de ces racines avait vingt et un faisceaux près de son insertion sur la tige, dix-sept vers le milieu de sa longueur, treize vers la partie inférieure de son pivot; plus bas, elle était très-atténuée. Chaque faisceau, composé d'un groupe de vaisseaux autour duquel des cellules étroites sont réparties en séries rayonnantes, a parfois un ou deux vaisseaux propres mêlés à ses cellules superficielles ou seulement contigus à sa surface. Un grand nombre d'autres vaisseaux propres, qui s'anastomosent entre eux, sont répandus dans toutes les parties du parenchyme, jusque dans la petite couche subériforme incolore de la périphérie.

» Dans les plantes à racine pivotante, qui se ramifie plus ou moins, surtout quand la plante est vivace, la racine est surmontée, comme on sait, par une partie de la tige qui porte les feuilles radicales, et qui semble n'être, à première vue, qu'un prolongement de cette racine. L'écorce en est épaisse et charnue comme celle de cette dernière. Comme elle a aussi la même constitution, je ne m'y arrêterai pas dans ce résumé. Je ne dirai que quelques mots d'un état de désagrégation bien remarquable des tissus corticaux qui paraît bien fréquent dans les vieilles souches des Ombellifères. Je le décrirai d'après une très-forte souche d'*Heracleum verrucosum*. L'écorce était épaisse, et ses vaisseaux propres, extrêmement nombreux, y étaient distribués entre les rayons médullaires sans donner l'apparence de cercles concentriques. Cette

---

faisceaux tournés dans le même sens et dans la direction normale, c'est-à-dire que le sommet des cônes qu'ils figuraient sur la coupe transversale était tourné vers le centre de la racine, tandis que les faisceaux de la couche vasculaire interne étaient tournés en sens inverse. De plus, la couche vasculaire externe et la plus interne avaient le singulier privilége de posséder chacune deux couches génératrices, une extérieure et une intérieure, tandis que la zone vasculaire médiane en était dépourvue. Il y avait donc dans cette racine, de la circonférence au centre : 1° une écorce; 2° une couche génératrice; 3° une zone de faisceaux vasculaires; 4° une couche génératrice; 5° une écorce; 6° une zone de faisceaux vasculaires; 7° une écorce; 8° une couche génératrice; 9° une zone de faisceaux vasculaires; 10° une couche génératrice; 11° une écorce; 12° un axe vasculaire. Je décrirai l'origine de toutes ces parties dans une communication spéciale.

écorce était toute désagrégée dans le sens radial; mais ici, en opposition avec ce que j'ai vu dans des racines latérales de la même plante, c'étaient les rayons médullaires qui étaient conservés, tandis que le tissu intermédiaire était tellement détruit, qu'après avoir fendu longitudinalement l'écorce, on pouvait suivre à la loupe les vaisseaux propres et les isoler avec la pointe d'une aiguille (1). J'ai pu y constater ainsi quelques ramifications bien rares dans le sens du rayon, mais je ne les ai pas vus s'anastomoser dans la direction opposée, c'est-à-dire parallèlement à la circonférence. Ces vaisseaux propres, autour desquels étaient restées adhérentes quelques rangées de cellules, semblaient former des tubes à parois épaisses dont l'aspect était réellement singulier, quand on les voyait à la loupe, sur des coupes transversales, où ils étaient souvent isolés entre les rayons médullaires libres du tissu cribreux.

» Ainsi, dans l'écorce des racines et dans celle des souches, les vaisseaux propres, rangés dans le tissu intermédiaire aux rayons médullaires, apparaissent tantôt en séries radiales ou épars, tantôt disposés suivant des cercles concentriques.

» La moelle de cette partie de la tige présente aussi des différences. En effet, l'*Heracleum verrucosum* est dépourvu de vaisseaux propres dans la portion la plus infime de cette moelle; et un peu plus haut, vers l'insertion des feuilles radicales supérieures, ils sont presque nuls. Au contraire, les vaisseaux propres sont très-nombreux dans la moelle de la même partie du *Seseli varium*. Cette moelle, qui se prolonge souvent bien plus bas que l'insertion des feuilles radicales, est pourvue, près de cette insertion, de vaisseaux propres transversaux anastomosés entre eux et avec les verticaux. Ces derniers mêmes se mêlent aux vaisseaux rayés du centre de la racine, quand la moelle a cessé; mais là il est difficile de les observer sur une certaine longueur, à cause des sinuosités que font les vaisseaux rayés de cette région. Les plus longs fragments que l'on y puisse voir sont horizontaux et se trouvent dans des rayons médullaires.

» Le rhizome de l'*Imperatoria Ostruthium*, qui n'a que la longueur et le diamètre d'un doigt, laisse apercevoir à l'œil nu, sur des coupes longitudinales, des lignes transversales assez rapprochées, qui contiennent un réseau de canaux oléo-résineux et qui correspondent à l'insertion des feuilles radicales. On voit aussi à l'œil nu, au pourtour de la moelle, de deux à quatre rangées longitudinales de cavités elliptiques, pleines d'un suc jaune limpide ou trouble. Ces cavités sont ordinairement comprises entre deux réseaux horizontaux de canaux oléo-résineux; cependant j'en ai

(1) On pouvait isoler de même les lames que constituent les rayons médullaires.

vu qui avaient $1^{mm},50$ et $2^{mm},90$, ce qui équivaut à peu près à la distance qui sépare deux réseaux. Leur largeur était d'environ $0^{m},27$. Ces excavations sont entourées de cellules comprimées qui peuvent renfermer des gouttelettes d'oléo-résine ou des graines d'amidon. A première vue, on les croit indépendantes des vaisseaux propres; mais un examen attentif apprend que de petites branches obliques ou droites partent des canaux réticulés transversaux et viennent s'ouvrir dans ces curieuses cavités. Il en vient ainsi une s'aboucher à chaque extrémité, et souvent elle le fait un peu latéralement. Il en est de même dans l'écorce, où il existe une ou deux rangées de ces larges ouvertures. Elles y atteignent jusqu'à $0^{mm},75$ de diamètre dans la rangée externe, mais celles de la rangée interne peuvent n'avoir que $0^{mm},14$.

» L'examen des jeunes rhizomes, qui n'ont que des canaux ordinaires aux places correspondantes, prouve que ces cavités ne sont que des hypertrophies des vaisseaux normaux. L'étude des racines adventives le prouve également, car les vaisseaux propres les plus externes de leur partie libérienne ont de $0^{mm},20$ à $0^{mm},30$, sur $0^{mm},15$ à $0^{mm},20$ de largeur (leur ouverture étant elliptique). Ils répondent aux faisceaux primitifs; les internes, au contraire, qui sont en nombre égal à celui des faisceaux secondaires, ou en nombre double, n'ont que de $0^{mm},04$ à $0^{mm},05$ de diamètre.

» Ces racines sont de plus pourvues des canaux oléo-résineux superficiels que j'ai décrits en commençant, et qui sont unis les uns aux autres par des branches horizontales.

» Je terminerai cette Note par quelques mots sur la structure du rhizome de l'*Ægopodium Podagraria*, qui, par sa constitution générale d'une part, et par son écorce d'autre part, opère une sorte de transition entre les tiges aériennes et les souterraines. C'est qu'en effet ce rhizome a des nœuds et des entre-nœuds, une moelle fistuleuse avec cloisons transversales opposées aux nœuds, comme la tige aérienne (et comme d'autres rhizomes, il est vrai); mais il a, en outre, un système libérien beaucoup plus développé qu'il ne l'est dans aucune tige épigée que je connaisse dans cette famille. Ce système y est représenté par plusieurs groupes de cellules à parois minces ou plus ou moins épaissies, opposés à chaque faisceau vasculaire. Il y a encore sous le périderme une couche continue assez large de cellules épaissies, qui tient lieu des faisceaux du collenchyme de la tige aérienne. Des vaisseaux propres sont épars dans cette couche et dans l'écorce plus interne, où je ferai remarquer surtout ceux des faisceaux libériens externes. Ce qui intéresse encore dans ce rhizome, c'est qu'aux nœuds tous ces canaux oléo-résineux sont unis

entre eux par des branches horizontales, et que d'autres branches passant entre les faisceaux vasculaires vont relier les vaisseaux propres de l'écorce avec ceux de la cloison horizontale qui est en travers de la moelle, comme dans la tige aérienne. C'est aussi à l'aide des canaux oléifères réticulés de cette cloison que les vaisseaux propres de la moelle périphérique non détruite sont unis les uns aux autres, et, comme il vient d'être dit, à ceux de l'écorce et même à ceux des racines adventives. »

BALISTIQUE. — *Note sur les armes à feu; par* **M. Séguier.**

« Dans une précédente communication j'ai expliqué comment, avec une même quantité d'air comprimé à 40 atmosphères, j'avais obtenu avec un fusil à vent des effets balistiques puissants ou presque nuls, suivant la manière dont la puissance de ce même volume d'air comprimé avait été appliquée au projectile.

» J'ai fait remarquer que le maximum d'effet balistique était réalisé par une émission d'abord faible, mais progressivement croissante, absolument comme le pratique le chasseur à la sarbacane qui fait parcourir à sa boule de glaise une partie du tube par un souffle léger, et ne lui imprime toute la vitesse que lorsqu'elle est déjà en mouvement et que par conséquent son inertie n'offre plus aux poumons une réaction pénible.

» Aujourd'hui je viens placer sous les yeux de l'Académie la preuve matérielle qu'avec la puissance de la poudre, appliquée dans des conditions à peu près semblables, on obtient aussi des effets considérables.

» Au nom de M. Galant, propriétaire d'une manufacture d'armes de guerre et de chasse, à Liége, je présente à l'Académie des fusils se chargeant par la culasse avec des cartouches préparées de façon à vaincre successivement l'inertie du projectile au moyen de la compression graduelle d'un corps élastique intercalé entre la charge et la balle.

» Constatons les effets, puis nous décrirons les moyens par lesquels ils ont été obtenus.

» J'appelle donc l'attention de l'Académie d'abord sur une plaque de tôle de fer doux de 14 millimètres d'épaisseur, percée à la distance de 100 mètres avec une balle cylindro-sphérique d'acier du poids de 45 grammes, et confectionnée de façon que le centre de gravité de sa masse soit en avant; cette balle est lancée avec $6^{gr},50$ de poudre à grains fins.

» Puis je place sous les yeux de l'Académie une autre plaque, celle-ci d'acier, de 29 millimètres, également percée à 100 mètres par une balle de même disposition que la précédente, du poids de 125 grammes, lancée avec une charge de 25 grammes, c'est-à-dire au $\frac{1}{5}$.

» En examinant la disposition du fusil de rempart qui produit de tels effets, on remarque que le feu est mis à la poudre dans une cartouche métallique, en haut de la charge, sous le projectile même, à l'aide de l'explosion d'une capsule détonant à l'intérieur par l'intermédiaire d'un piston ou broche ne laissant passage à aucune fuite de gaz.

» Nous avons déjà dit qu'un corps élastique était intercalé entre le projectile et la charge; il se compose d'une superposition de bourres de feutre, dont quelques-unes, les plus rapprochées du projectile, sont imbibées d'une dissolution de corps gras.

» L'importance du rôle de cet intermédiaire compressible est facile à constater, puisque les effets balistiques diminuent et que le recul augmente à mesure que l'on en raccourcit la longueur normale. Ajoutons que sa présence supprime aussi l'apparence de flamme à la bouche de l'arme, la remplace par un écoulement d'une espèce de traînée de fumée blanchâtre, et modifie le bruit de la détonation devenu moins aigu, et se rapprochant de celui produit par une arme d'un beaucoup plus gros calibre.

» Nous disons que de telles dispositions nous paraissent réaliser les conditions que nous avons cherchées dans les armes à vent, puisque la compression successive des épaisseurs des bourres de feutre superposées jusqu'au nombre de cinq permet au projectile d'être ébranlé graduellement avant de recevoir son impulsion totale.

» La balle d'acier à centre de gravité en avant, frappe avec certitude, comme on le voit, la plaque métallique perpendiculairement à sa surface; c'est toujours bien son extrémité arrondie et durcie qui marche en avant. L'absence presque totale de déformation de cette balle laisse employer tout le travail produit par l'explosion de la poudre en perforation de la plaque. Pour obtenir le mouvement giratoire d'une balle d'acier trempé ou de fonte dure, M. Galant pratique à peu près au milieu de la partie cylindrique une rainure remplie d'un cercle de plomb dont le diamètre excède celui de la balle, précisément de la profondeur des rayures du canon de l'arme. Suivant M. Galant, les effets considérables des armes que nous vous présentons de sa part doivent être attribués à la nature et à la forme de sa balle; à son mode d'inflammation de la charge par la partie supérieure, celle qui avoisine le projectile; à l'intercalation d'un corps élastique; à la présence enfin d'un corps gras dans la charge, pour lubrifier le canon, faciliter l'impression de sa rayure sur le cercle de plomb de la balle, et faire jouer à ce corps gras le rôle d'une fermeture hydraulique.

» Nous ne discuterons pas avec ce fabricant d'armes l'influence plus ou

moins grande de chacune de ces conditions de chargement; nous ferons remarquer simplement qu'il a quelque rapport avec celui du fusil prussien; lui aussi enflamme la charge par en haut, et le corps élastique placé entre la charge et le projectile y est remplacé par une chambre à air intercalée entre la charge et la culasse mobile de l'arme.

» Cette chambre, dont aucune description récente du fusil prussien ne fait mention, nous paraît, à nous, jouer tout à fait le rôle du corps élastique employé par M. Galant. Qu'il nous soit permis de réclamer personnellement la priorité de cette pensée, en demandant à l'Académie de se faire présenter et d'ouvrir le paquet cacheté, déposé par nous en 1849, qui la contient. Nous laissons aux hommes spéciaux le soin d'apprécier le mérite des combinaisons mécaniques des fusils de guerre de M. Galant; nous ne nous sommes préoccupé que de ses procédés de chargement, parce qu'ils rentrent dans les conditions que nos expériences nous font regarder comme préférables pour tirer le meilleur parti balistique de la force générée par la poudre.

» Pourtant, qu'il nous soit permis, comme vieux chasseur, de dire notre opinion personnelle sur son fusil de chasse. Nous la résumons par ces mots :

» Le fusil de chasse se chargeant par derrière, de M. Galant, nous paraît, parmi tous ceux imaginés jusqu'à ce jour, être celui qui est pourvu du mécanisme le plus simple, le plus solide, enfin le plus élégant, puisqu'à première vue il ne diffère en rien des fusils ordinaires se chargeant à la baguette. Nous le regardons en conséquence comme une excellente arme de chasse. »

« A l'occasion de cette communication, **M. Regnault** prend la parole pour faire remarquer que l'inflammation de la charge par en haut, c'est-à-dire sous le projectile, a le double avantage d'éviter la projection au dehors d'une partie de la poudre qui suit le projectile dans l'inflammation ordinaire par en bas, et de maintenir la poudre non encore brûlée dans la partie la plus comprimée, par suite la plus chaude des gaz contenus dans le canon, ce qui favorise à la fois sa combustion complète et son maximum d'effet. »

« **M. Chevreul**, après la communication de M. Séguier, rappelle quelques observations de Proust sur la combustion de la poudre dans les armes à feu anciennes. Il a constaté que de la poudre est projetée au dehors d'un fusil sans avoir pris feu; en outre, que la poudre brûlée dans une arme à feu présente deux combustions successives : la première a lieu dans l'intérieur de l'arme aux dépens de l'oxygène, de l'azotate de potasse; le carbone

seul est brûlé; la seconde combustion a lieu au dehors de l'arme par le gaz oxygène atmosphérique qui se porte sur le gaz hydrogène, sur l'oxyde de carbone et sur le sulfure de potassium qui sortent du canon. Proust fonde son opinion sur l'affinité du carbone pour l'oxygène supérieure à celle de l'hydrogène et du sulfure de potassium à la température rouge; conséquemment, l'hydrogène et le sulfure de potassium sortant de l'arme à une température suffisamment élévée, donnent lieu à la seconde combustion. »

M. le Secrétaire perpétuel, conformément à la demande de *M. Séguier*, procède à l'ouverture du pli cacheté déposé par lui le 19 mars 1849; il est donné lecture du contenu de ce pli, qui est conçu comme il suit :

« Il est possible de faire un très-utile emploi du caoutchouc vulcanisé pour amortir le recul des armes à feu :

» Soit dans l'intérieur de l'arme, comme point d'appui compressible par les gaz; soit à l'extérieur, comme matelas placé sous les tourillons ou sous les plates-formes. »

(Suivent quelques figures accompagnées de légendes explicatives.)

ASTRONOMIE. — *Sur la profondeur des taches et la réfraction de l'atmosphère du Soleil.* Note du P. Secchi.

« Rome, ce 14 juillet 1866.

» Dans ma dernière communication sur les taches solaires, je disais que les observations de M. Carrington, quoique excellentes, étaient insuffisantes pour trancher la question relative à l'inégalité qui se manifeste dans le cours apparent des taches, et décider si elle est due tout entière à la parallaxe de profondeur trouvée par M. Faye, ou en partie à la réfraction de l'atmosphère de cet astre. En effet, la formule étant $\varepsilon = (\beta + p) \tang \rho$, dans laquelle β désigne le coefficient de réfraction, et p celui de profondeur, ρ la distance héliocentrique de la Terre à la tache, il est impossible de séparer dans la valeur de ε ce qui appartient à l'une ou à l'autre partie, en employant les observations de M. Carrington qui ont été faites en prenant pour point d'observation le centre du noyau de la tache. Il était donc nécessaire d'entreprendre une nouvelle série d'observations, faites de manière à diminuer la profondeur de la tache. Heureusement on peut y parvenir facilement en pointant aux bords de la pénombre, et non au noyau, comme on a fait jusqu'ici communément. Cela a plusieurs avantages. 1° Le résultat est indépendant des changements énormes qui arrivent dans le noyau d'un

jour à l'autre ; et l'expérience prouve que les contours de la pénombre sont beaucoup plus stables. 2° On a, dans la limite de la pénombre, un point bien tranché, sur lequel fixer le fil micrométrique, pendant que dans le noyau, à cause de son extension, on est réduit à en estimer le centre. 3° On obtient deux observations indépendantes, d'où on peut conclure directement la mesure héliocentrique de la tache, et leur accord dans les jours successifs donne un moyen précieux pour juger de la bonté des observations partielles. La seule difficulté qu'on trouve dans l'application de cette manière de mesurer est que la distinction du bord de la pénombre demande un fort instrument et un état atmosphérique assez tranquille, car la plus petite agitation de l'air rend le bord de la pénombre confus, et alors la pénombre devient impossible à séparer à sa limite du reste de la photosphère.

» C'est donc un essai de ces mesures prises avec ce nouveau système que je viens présenter à l'Académie, et qui me paraît le seul qui puisse trancher la question proposée. J'ai été conduit à cette manière de mesurer en voyant qu'en suivant l'ancienne méthode il y avait d'un jour à l'autre des irrégularités énormes, à cause des changements du noyau ; en sorte que, non-seulement la précision de la mesure micrométrique était ici neutralisée par les changements de l'objet, mais il aurait été préférable de prendre les mesures avec de simples passages, car alors on pointe plutôt à la masse générale de la tache qu'à des points particuliers toujours variables du noyau. On a encore pris, simultanément avec les mesures micrométriques, les projections des taches à l'équatorial de Cauchoix, et leur dessin à une échelle assez agrandie pour pouvoir reconnaître la source des inégalités que présentaient quelquefois les résultats, malgré le soin des mesures.

» Heureusement encore, la série de ces études vient coïncider avec une période de tranquillité relative de la photosphère solaire, et le nombre des taches étant minimum, elles ont une stabilité et une persistance assez longue, de sorte qu'on en a pu suivre plusieurs pendant plusieurs rotations ; ce qui facilite considérablement le développement des inégalités dues au mouvement propre réel des taches elles-mêmes.

» Je développerai ici un peu l'histoire de la grande tache qui parut le 11 mai, ayant un double foyer de perturbation ou double noyau, mais dont *le suivant* s'est dissous presque entièrement trois jours après, et le précédent seul a continué pendant deux autres rotations. Toutes les positions ont été calculées par les formules et avec la méthode de M. Carrington, en adoptant seulement les éléments de la rotation solaire qu'il donne comme les plus

probables dans son ouvrage. Les longitudes héliographiques sont comptées du premier méridien qui coïncidait avec le nœud, le zéro 1866; c'est-à-dire le 31 décembre 1865, à midi de Rome. La valeur de A est calculée en partant de la rotation de 25j,380, valeur adoptée aussi par M. Carrington.

Tache N° 32. — *Noyau précédent. Première rotation du 11 au 17 mai 1866.*

Jour de l'année et fraction.	Angle de position.	Distance au bord extérieur.	Distance au bord intérieur.	Valeur de ρ.	Longitude héliogr. A.	Latitude héliogr. λ.
j 130,892	° ′ ″ 146. 9. 0	″ 895,53	» (a)	° ′ ″ 3.22. 4	″ 98,457	° ′ −6.16,3
132,083	235.24. 0	648,89	» (a)	18.27.17	101,911	−6.43,9
132,889	240.48. 0	484,20	» (a)	29.16.39	101,637	−6. 7,9 (b)
135,189	243.48. 0	111,239	134″,303 (c)	60.21.48	102,979	−5.24,6
135,985	243.15. 0	49,87	» (a)	71. 6.34	103,235	−6.28,9
137,069	242.54. 0	1,064	» (d)	87. 1.36	104,725	−6.47,9

Tache N° 36. — *Deuxième rotation de la précédente, du 1er au 12 juin.*

151,934	79.52. 8	32,231	46,808	73.12. 9	107,673	−5.13,6
152,901	80.27. 0	104,731	134,319	60.36. 5	107,569	−5. 2,9
153,891	81.46. 8	227,828	256,008	47.57. 5	107,171	−4.59,1
154,868	84.15. 6	402,200	433,443	33.51. 3	108,461	−4.53,9
155,888	89.35. 0	602,202	632,889	20.17. 7	108,243	−4.43,8
158,905	242.42. 0	595,293	628,777	20.38. 5	108,583	−4.47,5
159,846	248.28. 2	416,176	441,078	33. 3. 6	108,834	−4.38,4
160,917	251. 1. 0	232,435	250,690	47.57. 9	109,726	−4.49,8
161,900	252.48. 2	112,445	121,057	61. 5. 4	109,870	−4.40,9
162,903	253.54. 1	26,882	39,249	74.37. 6	110,135	−4.39,6

Tache N° 40. — *Troisième rotation de la 32, du 28 juin au 9 juillet.*

178,872	92.10. 2	29,447	37,996	74.25.31	110,247	−5.12,2
179,923	94. 9. 6	111,486	123,345	60.55.41	109,913	−5.29,9
180,900	96.58. 8	233,485	245,712	28. 6.51	110,019	−5.31,0
181,924	101.58. 8	397,071	416,333	34.36.33	110,351	−5.39,9
182,897	110.12. 2	572,915	593,282	22.27.27	110,134	−5.27,4
185,852	245.49. 8	604,590	617,745	20.38.11	110,857	−4.37,3
186,863	255.48. 8	420,562	431,110	33.13.18	110,781	−4.31,9
187,867	260.48. 0	256,212	268,035	46. 6.28	110,724	−3. 8,2
188,928	263.42. 2	120,607	128,374	60. 3.18	110,792	−4. 3,8
189,846	265.16. 2	41,691	45,205	72.21. 4	111,006 (e)	−4.16,3
190,247	266.15. 0	18,998	23,619	77.34.39	110,980	−3.57,4

(a) Au centre du noyau et sur les dessins.

(b) Cette rotation est conclue, pour la plus grande partie, des dessins; on la donne seulement pour avoir la suite complète.

(c) Observation micrométrique.

(d) Observation micrométrique.

(e) Air mauvais.

» La valeur de ρ dans ces tableaux est la moyenne des deux valeurs calculées indépendamment pour les deux bords de la pénombre; et par suite c'est la valeur réelle de la distance du centre de la tache, vue du centre du Soleil à la Terre. Voyons les conséquences qui découlent de ces tableaux.

» On voit : 1° que la tache à sa première apparition avait un mouvement en longitude qui l'emportait rapidement, mais qui peu à peu s'est ralenti. Ce mouvement a continué pendant la deuxième rotation avec une vitesse progressive assez petite, qui s'accélère un peu près de la fin de l'apparition, ce qui masque un peu les phénomènes dont nous étudions les lois. Mais à la troisième rotation on la trouve exactement à la même place, où elle persiste, et elle fait seulement un saut brusque entre le 3 et le 5 juillet. Il va sans dire que, d'après la manière de réduction adoptée, cette immobilité pourrait n'être qu'apparente; elle pourrait être due à un mouvement propre de la tache contraire, égal à la différence entre la rotation adoptée et la rotation réelle; mais pour le but que nous nous proposons cela est indifférent.

» 2° La latitude, au contraire, se trouve sensiblement constante dans la première apparition, pendant que dans la deuxième elle va visiblement en diminuant. Au contraire, dans la troisième, elle se trouve de nouveau augmentée, et elle vient diminuer de nouveau par un saut brusque, le 5 juillet; elle diminue ensuite rapidement, et la tache devient très-petite dans cette dernière période.

» 3° Les mouvements en latitude et longitude ne paraissent pas suivre une loi simple, et paraissent plutôt marcher par bonds. On a observé que ces changements brusques arrivaient toutes les fois que la tache présentait un changement de forme appréciable, ou que quelque tache se produisait dans le voisinage. La persistance des coordonnées nouvelles pendant plusieurs jours prouve que ces bonds ne sont pas dus à des erreurs d'observations : celles-ci ont d'ailleurs été faites avec tout le soin possible, et en corrigeant même de la variation de température la valeur du pas de la vis micrométrique.

» 4° On voit que les coordonnées qui correspondent aux points voisins des bords, suivent généralement la loi des autres sans aucune aberration constante et notable qui soit supérieure aux erreurs probables des observations, et s'il reste quelques petites différences, elles sont si faibles, qu'elles ne pourraient actuellement servir de base à aucune théorie, et demanderaient une nouvelle suite d'observations multipliées.

» En résumé, on voit que, en adoptant la nouvelle méthode de mesure qui élimine la profondeur, toute grande inégalité disparaît; et il en résulte que, si la réfraction existe, comme je le disais, elle est incomparablement

plus petite que la parallaxe de profondeur. Ainsi me paraît résolue directement l'objection que j'avais faite moi-même à la théorie de notre savant confrère, M. Juge.

» Cependant il reste quelques difficultés à résoudre.

» 1° Comment arrive-t-il que, par la théorie de la parallaxe, on trouve une profondeur trois fois plus grande que celle qui résulte des mesures directes de cet élément prises dans toutes les circonstances favorables? La solution résulte de l'observation directe de la structure des pénombres. La pénombre est formée de courants détachés du bord photosphérique, mais ces courants en convergeant vers le noyau se condensent, se resserrent et se relèvent, de sorte qu'ils constituent un bourrelet plus élevé autour du noyau, qui paraît comme une véritable facule lorsque la tache est près du bord solaire. Cette élévation, en un mot, est comme le cratère secondaire dans l'intérieur d'un cratère primaire. Or ce phénomène doit masquer l'élévation réelle du bord de la pénombre sur le fond général de la tache, et cela surtout sur le fond du noyau; toute mesure directe de la profondeur, même fondée sur la simple excentricité, ne pourrait éliminer cette source d'erreur. La mesure de profondeur trouvée par Wilson et moi est donc seulement la différence de niveau entre le rebord du noyau et le rebord de la pénombre, et la profondeur totale est plus grande.

» 2° La deuxième objection qu'on pourrait faire est celle-ci : puisque en pointant au noyau on a une parallaxe de profondeur, en pointant aux bords on aura une parallaxe contraire, et pour ainsi dire d'élévation, ce qui masquerait l'effet de la réfraction solaire. La solution de cette difficulté ne peut dépendre que de mesures ultérieures sur des taches choisies, qui n'offrent pas de relèvement autour, ou de facules. En cela la tache n° 40 est assez favorable; en effet, au moment de la disparition au bord du Soleil, elle n'était accompagnée d'aucune facule dans le voisinage, et elle paraît avoir été de niveau avec le reste de la photosphère, peut-être parce qu'elle était près de se fermer.

» A l'appui de ce qui précède, j'ajouterai encore le résultat de deux autres taches, dont les mesures ont été faites par le même système d'observation.

Tache N° 35. — *Du 21 mai au 1er juin 1866.*

Jour de l'année et fraction.	Angle de position.	Distance au bord intérieur.	Distance au bord extérieur.	Valeur de ρ.	Longitude héliogr. Λ.	Latitude héliogr. λ.
141j,069	56°.54′. 6″	120″,531	109″,030	61°.19′.5″	264°,380	+11°.14′,9
142,870	49.54. 0	371,918	355,689	37.56.2	265,137	+11. 9,6
143,876	41. 0. 0	539,332	517,072	26.13.1	265,620	+11.35,6
146,890	290. 5.24	625,159	605,016	20.30.1	263,790 ([a])	+10.58,4
147,917	277.24. 0	453,877	438,387	31.51.0	263,401	+11.45,2
148,886	271. 4.12	292,969	275,333	44.16.8	263,984	+11.35,0
151,919	266.15. 0	6,824	» ([b])	82.51.6	263,470	+11.55,3

» Du 24 au 27 du mois, on voit un saut assez remarquable, lequel est accompagné d'un changement de forme qui persiste après. Le dernier jour il y a trace de parallaxe, mais l'observation est faite sur le centre seulement, car les bords sont tout à fait impossibles à discerner.

» Dans la suivante, les observations sont faites, la première moitié sur les dessins seulement, la seconde avec les mesures micrométriques. Dans les dessins, on part du centre de l'aire troublée.

Tache N° 37. — *Du 16 au 24 juin 1866.*

Jour de l'année et fraction.	Angle de position.	Distance au bord intérieur.	Distance au bord extérieur.	Valeur de ρ.	Longitude héliogr. Λ.	Latitude héliogr. λ.
166j,907	106°.46′. 2″	475″,937	» ([c])	29°.40′.9	315°,607	−11°.26′,4
167,902	123.20. 8	647,51	» ([c])	18.19.6	315,632	−10.51,3
168,979	177. 0. 0	738,26	» ([c])	12.38.8	316,461	−11. 1,8
169,882	219.15. 0	661,02	» ([c])	17.28.1	316,259	−10. 9,3
170,879	237.44. 3	497,977	476,995	28.52.7	316,616	−10. 3,6 ([d])
171,860	245.19. 2	335,481	313,407	40.55.3	316,474	− 9.55,9
172,882	249.42. 0	187,175	173,799	53.49.4	316,245	− 9.44,5
173,852	252. 4. 8	82,331	76,256	66. 8,3	316,103	− 9.46,5
174,848	254. 7. 4	17,436	14,082	79.11,4	316,239	− 9.27,7

» On voit que, en prenant le centre de l'aire troublé, on a un accord assez exact ; la raison en est manifeste, car alors la profondeur est éliminée, sinon tout entière, au moins en grande partie. On voit encore que les des-

([a]) Saut et changement de forme.
([b]) Centre près du bord.
([c]) Centre de l'aire troublée, dans le dessin.
([d]) Mesures micrométriques

sins peuvent donner des résultats assez exacts, et, quoique certainement ils ne soient pas suffisants pour des questions délicates, ils le sont cependant pour un grand nombre de questions relatives aux taches solaires. Ces considérations m'encouragent à faire la réduction de six ans de dessins que nous possédons à l'Observatoire.

» Je terminerai en rapportant en abrégé les résultats de la tache parue le 8 janvier et qui a duré pendant quatre rotations. Les deux premières séries ont été déduites simplement des dessins (1), et les autres des mesures faites en pointant au noyau de la manière ordinaire. On remarquera les irrégularités offertes par ces dernières à chaque changement de forme dans la tache. La plus remarquable est une grande diminution dans la latitude lorsque la tache est près de disparaître.

1866.	Jour du mois et fraction.	Longitude héliogr. Λ.	Latitude héliogr. λ.
		N° 4.	
	j	°	° ′
Janv.	8,004	202,297	+7. 9,9
	9,967	202,090	+6.54,2
	14,000	202,519	+5.57,6
	14,989	202,053	+6.40,3
	15,965	202,273	+6.48,7
	18,000	203,140	+6.29,8
	19,000	202,485	+6.42,7
	20,000	199,68 (?)	+6.53,3 ([a])
	N° 12. — *Deuxième rotation.*		
Févr.	3,992	206,129	+7.50,5
	5,003	205,734	+8.15,6
	5,996	206,635	+8. 3,3
	6,996	206,502	+8. 7,1
	8,993	206,236	+7.56,8
	9,995	206,708	+8. 2,0
	11,983	206,763 ([b])	+7.16,1
	12,937	204,538	+8. 8,4
	15,983	204,185	+6.30,4

1866.	Jour du mois et fraction.	Longitude héliogr. Λ.	Latitude héliogr. λ.
	N° 18. — *Troisième rotation.*		
	j	°	° ′
Mars	2,842	208,31	+8.28,3
	3,884	207,58	+8.47,5
	4,882	207,216	+9.16,9
	5,893	206,86	+8.46,7 ([c])
	6,907	207,35	+9.30,3
	7,930	207,23	+9. 3,0
	10,853	206,41	+9.10,7
	11,884	206,96	+9.20,3
	13,864	204,65	+9.14,5
	14,896	205,42	+9.24,3
	15,209	»	+9.50,3
	N° 25. — *Quatrième rotation.*		
Mars	30,960	206,153	+9.44,5
	31,933	205,909	+9.51,4
Juin	6,904	204,420	+7.51,5
	7,957	205,139	+7. 6,2
	9,924	205,540	+7.59,8 ([d])

(1) A la position donnée par les dessins, on a appliqué la correction due à la déformation de l'image produite par projection, que j'ai publiée ailleurs.

([a]) Observation douteuse.

([b]) La forme est changée dans le noyau.

([c]) Des points paraissent dans le voisinage.

([d]) La tache va se dissoudre.

» Je supprime, pour abréger, plusieurs autres séries d'observations, et je remarquerai seulement que, si l'on compare les arcs diurnes de rotation des taches, surtout de celles de l'hémisphère nord, on trouve une valeur beaucoup plus petite que la valeur assignée par M. Carrington à cette latitude. Ainsi on a :

	Arc diurne observé.	Selon M. Carrington.
Tache n° 4.............	849′,7	862′,0
Tache n° 12.............	839,7	860,5
Tache n° 18.............	842,2	859,5
Tache n° 25.............	855,4	862,5

Pour l'hémisphère sud, on voit qu'à une latitude de 5 degrés correspond la rotation de 14 degrés. De plus, pendant que dans l'hémisphère nord les taches paraissent tendre à s'approcher du pôle, dans l'hémisphère sud elles tendraient à s'approcher de l'équateur, ce qui indiquerait une tendance générale vers le pôle nord. Cette tendance est également manifeste dans les résultats de M. Carrington. On serait même tenté de se demander si la masse entière du corps solaire est réellement arrivée à un axe de rotation permanent. Mais, à cette grave question, des observations suivies et détaillées pourront seules répondre.

» Pour le présent, nous pouvons conclure :

» 1° Si la réfraction solaire existe, son effet est beaucoup inférieur à celui de la parallaxe de profondeur, et les observations devront être faites à l'avenir de manière à éliminer cette profondeur;

» 2° Que les mouvements des taches se font ordinairement par sauts irréguliers, en connexion avec les changements de forme des taches, lesquels coïncident sans doute avec des éruptions nouvelles qui viennent surgir près de celles qui étaient déjà préexistantes;

» 3° Que ces mouvements généraux sont très-compliqués et ne suivent pas une loi symétrique dans les deux hémisphères. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les dépressions barométriques extraordinaire sobservées en Italie, dans les mois d'avril et de mai.* Note de **M. Ch. Matteucci.**

« Malgré la répugnance que j'éprouve à occuper les moments de l'Académie avec des recherches de Météorologie nécessairement imparfaites et dont il n'y a pas défaut de nos jours, j'ose néanmoins lui présenter quelques

résultats qui me paraissent importants et bien constatés sur les perturbations de l'atmosphère de la Péninsule pendant les mois d'avril et de mai de cette année, résultats qu'il aurait été impossible de recueillir sans l'aide du service météorologique organisé dernièrement sur nos côtes, et dont j'ai fait mention dans la séance du 15 janvier. Je rappellerai que ce service consiste en vingt ou vingt-deux stations fournies des principaux instruments météorologiques, établies dans les ports principaux de la Méditerranée et de l'Adriatique : les chefs de ces stations, qui sont pour le plus grand nombre des officiers de marine ou des professeurs de physique, donnent tous les matins, depuis le 1er avril, au Bureau central, que j'ai établi dans le Musée de physique et d'histoire naturelle de Florence, une dépêche télégraphique contenant les variations du baromètre et du thermomètre dans les dernières vingt-quatre heures et les indications de ces instruments dans le moment où la dépêche est envoyée. Le Bureau central forme avec ces éléments un Bulletin contenant la situation générale de l'atmosphère de la Péninsule, qui est transmis aux ports et aux villes principales, en y ajoutant, quand l'état météorologique de l'Europe, qui nous est donné par l'Observatoire de Paris et par les informations télégraphiées de Vienne et de Hollande, l'exige, l'annonce des tempêtes et des forts coups de vent qui menacent nos côtes.

» Les observations météorologiques de nos stations sont ensuite enregistrées et transformées en courbes barométriques, thermométriques des vents, etc. J'ai commencé par former avec les registres des mois d'avril et de mai des tableaux donnant les variations barométriques extraordinaires de nos stations réunies en quatre groupes, c'est-à-dire en stations du nord et du sud de l'Italie sur les deux mers. Pour chacun de ces groupes, formé avec les observations que j'ai raison de croire les plus exactes, j'ai pris les moyennes barométriques, ne tenant compte que des pressions qui sont inférieures ou supérieures au moins de 2 millimètres à la pression moyenne du lieu.

» J'ai ensuite recherché la relation qui devait exister entre les variations barométriques observées dans nos stations et l'état atmosphérique de l'Europe. En profitant du *Bulletin international de l'Observatoire de Paris* et des observations publiées par les Bureaux météorologiques de Vienne, de Londres, d'Utrecht, j'ai pu construire des courbes barométriques de ces deux mois, qui embrassent les stations du Nord et de la Baltique, le centre de l'Europe, les ports de la Manche, la côte occidentale de l'Irlande et de l'Angleterre, l'Espagne, le Portugal et le golfe de Gascogne. Cette recherche, comme on le verra par la suite, a été très-instructive et m'a aidé à confirmer

et compléter les conclusions que j'avais tirées de mes premières études sur l'origine et la propagation des tempêtes en Italie, que j'ai communiquées à l'Académie dans la séance du 1er mai 1865.

» Voici d'abord ces deux tableaux, relatifs aux variations barométriques des quatre groupes principaux de nos stations. Un premier groupe comprend Gênes, Livourne et Porto-Ferrajo; un autre Naples et Palerme; sur l'Adriatique, les deux groupes sont Ancône et Rimini; l'autre, Catania, Brindisi et Bari.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique des mois d'avril et mai (1866).

MINIMUM.								MAXIMUM.							
JOURS.	NORD Méditerranée.	JOURS.	NORD Adriatique.	JOURS.	SUD Méditerranée.	JOURS.	SUD Adriatique.	JOURS.	NORD Méditerranée.	JOURS.	NORD Adriatique.	JOURS.	SUD Méditerranée.	JOURS.	SUD Adriatique.
Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm	Avril.	mm
2	10,45	2	7,11	3	5,78			8	3,06	8	3,70	7	5,05	8	4,50
6	7,15	6	3,50	6	4,72	6	2,87	11	2,60	11	2,69	9	5,67		
15	2,36	15	2,16	16	2,59	16	3,57	14	2,19	14	2,57	14	2,12	14	3,19
22	3,38	22	3,80	22	4,43	22	3,51	16	4,75	17	5,32	17	3,69	18	3,94
Mai.		Mai.		Mai.		Mai.		25	3,57	25	4,58	25	2,29	25	3,06
2	15,95	2	15,03	1	13,87	1	8,71	Mai.		Mai.		Mai.		Mai.	
13	7,72	13	8,02	14	7,13	13	4,63	5	2,46	6	2,37	5	1,25	6	3,08
26	7,95	26	7,31	24	5,52	24	2,86	19	1,80	22	3,03	22	1,01	21	2,58
30	4,91	30	2,85	31	4,33	31	3,50								

» N'osant pas joindre à cette Note les figures qui donnent les courbes barométriques des stations principales de l'Europe que j'ai nommées, je donnerai une description aussi rapide que possible des variations extraordinaires du baromètre dans ces stations dans les deux mois d'avril et de mai.

» Dans les derniers jours du mois de mars, la pression était à peu près normale sur toute l'Europe. C'est le 1er avril qu'une grande dépression barométrique se manifeste rapidement sur la côte occidentale de l'Angleterre, sur l'Espagne et sur le golfe de Gascogne, sans atteindre le nord. Nous avons vu, dans les tableaux rapportés, qu'une telle dépression, qui a eu lieu à Genève et à Moncalieri le 2, a frappé Gênes et toutes les autres stations du nord le même jour sur les deux mers, parvient à Naples et à Palerme le jour suivant et n'apparaît pas dans les stations sud de l'Adriatique.

» Les 4 et 5 avril, le baromètre étant haut dans le nord et dans le centre

de l'Europe, la dépression barométrique continue et s'étend, et un nouveau minimum atteint les côtes occidentales de l'Angleterre, de la France et de l'Espagne. Le 6, un grand minimum s'est produit à Gênes et dans toutes les autres stations des deux mers le même jour, tout en diminuant de valeur rapidement vers le sud et dans l'Adriatique; il faut noter que malheureusement nous ne raisonnons que sur les observations de 7 à 8 heures du matin, de sorte que, quant à la vitesse de propagation de ces perturbations atmosphériques, on ne peut tenir compte que des intervalles de vingt-quatre heures.

» Ensuite, de fortes pressions se produisent de nouveau sur toute l'Europe; mais à commencer du 11 jusqu'au 14, le baromètre, qui reste toujours très-haut en Espagne et dans le golfe de Gascogne, commence à baisser en Écosse, en Irlande, en Angleterre, dans le nord et sur la Manche, et atteint le 14 un minimum. Le 15 il y a encore un minimum sur les côtes nord de l'Italie des deux mers, qui atteint les stations du sud le jour suivant. Du 15 au 18 la pression est haute dans toute l'Europe; du 19 au 21, le baromètre, toujours très-haut dans le nord en Espagne et sur le golfe de Gascogne, baisse rapidement et atteint un minimum le 21 dans le nord de l'Écosse, en Irlande, en Angleterre, dans le centre de l'Europe; en Italie, nous avons encore un minimum qui atteint, le 22, toutes les stations des deux mers.

» Du 24 au 25, la pression est très-haute au centre de l'Europe et normale en France, en Angleterre et sur le nord de l'Espagne; en Italie il y a aussi, le 25 un maximum dans toutes les stations.

» Du 26 au 29, une grande dépression commence dans le nord, qui, le jour suivant, atteint le centre de l'Angleterre, la Manche, l'Espagne et le golfe de Gascogne. Ce minimum se montre à Gröningue, à Greenwich, à Genève, à Bilbao, à Lisbonne, entre le 30 avril et le 1er mai. C'est aussi le 1er mai que la dépression commence dans les stations de l'Italie, et nous avons ainsi un minimum qui est le plus grand de tous ceux observés dans ces deux mois (16 millimètres pour le nord et 9 millimètres pour le sud); mais cette fois le minimum commence par le sud, et ce n'est que le jour suivant, le 2 mai, qu'il arrive aux stations de la Méditerranée et de l'Adriatique du nord.

» Le 1er et le 2 mai, le baromètre commence à monter dans le nord et dans le golfe de Gascogne, tandis qu'une nouvelle et forte dépression a lieu dans ces mêmes jours sur la côte occidentale d'Irlande, d'Angleterre, et au centre de l'Europe. Dès ce moment jusqu'au 7, les pressions sont hautes

partout, et nous avons un maximum le 5 dans les stations de la Méditerranée et le 6 dans celles de l'Adriatique.

» Du 8 jusqu'au 12 du mois de mai, la pression restant toujours très-haute en Espagne, à Lisbonne et sur le golfe de Gascogne, le baromètre baisse dans le nord, et le 12 il y a une forte dépression sur les côtes occidentales de l'Angleterre, de l'Irlande et de la Manche. Le 13, un minimum de 7 à 8 millimètres se montre dans les stations du nord de la Méditerranée, se propage à peu près dans le même jour sur l'Adriatique et arrive le jour suivant dans les stations du sud.

» Du 14 au 23 mai, il n'y a que de hautes pressions partout, excepté sur l'Espagne et le golfe de Gascogne, où le baromètre a toujours baissé. Le 24, les seules stations du sud de l'Italie des deux mers donnent encore un minimum de pression, après quoi la colonne barométrique se relève.

» Le 25 et le 26, le baromètre monte en Espagne et sur le golfe de Gascogne, et au contraire une dépression très-forte se montre au centre de l'Europe, sur la Manche et sur la côte occidentale de l'Angleterre et de l'Irlande. Le 25 au soir, un minimum atteint Genève, et le jour suivant nous avons une grande dépression dans les seules stations du nord des deux mers.

» Du 26 au 30 et 31 mai, le baromètre se maintient au-dessus de la normale en Portugal, en Espagne et sur le golfe de Gascogne, et baisse lentement dans le nord, au centre de l'Europe, en Angleterre, en Irlande. C'est à peu près cette même marche que la colonne barométrique suit sur nos côtes. Le 30, une grande dépression atteint Valentia et toutes les côtes occidentales de l'Irlande et de l'Angleterre, et c'est seulement le jour suivant que le baromètre baisse rapidement sur le golfe de Gascogne. En Italie, nous avons encore un minimum de pression le 30 dans les stations du nord, et le 31 dans celles du sud.

» En réfléchissant sur les nombres que nous avons rapportés afin de représenter les variations barométriques extraordinaires de nos stations, et à la marche de ces mêmes phénomènes en Europe, on est amené nécessairement aux conclusions suivantes :

» 1° Les grandes oscillations barométriques qui se sont vérifiées si fréquemment dans les mois d'avril et de mai de cette année, sur les côtes des deux mers de la Péninsule, ont été constamment précédées par des variations semblables provenant de l'Atlantique et qui se sont manifestées d'abord dans le nord, sur les côtes occidentales de l'Angleterre et de l'Irlande, et dans le golfe de Gascogne. Le chemin ainsi parcouru par ces oscillations

dans des intervalles de temps qui ont varié d'un à deux jours est évidemment tracé par les stations intermédiaires qu'elles ont traversées avant leur arrivée sur les côtes d'Italie.

» 2° Les grandes dépressions barométriques de nos stations de ces deux mois se sont propagées, ou paraissent s'être propagées, d'une extrémité à l'autre de la Péninsule, rarement du sud au nord, le plus souvent du nord au sud, avec une vitesse qui a varié de quarante-huit heures à quelques heures seulement, et qui a été le plus fréquemment estimée de vingt-quatre heures.

» 3° En général, la valeur de ces minima a diminué dans le sens de la propagation; mais c'est toujours dans les stations du nord de la Méditerranée qu'ils ont atteint la plus grande valeur, et on les a vus augmenter dans le nord de la Méditerranée, même dans les cas où la dépression s'était propagée du sud au nord. La différence entre les minima du nord de la Méditerranée et ceux des autres stations a été quelquefois du simple au double pour le nord. C'est dans les stations de l'Adriatique et surtout dans celles du sud de cette mer que ces dépressions ont été les plus petites possible, et il est arrivé dans deux ou trois cas que ces minima, ayant eu lieu pour toutes les autres stations, ont manqué pour celles du sud de l'Adriatique.

» 4° Le plus souvent, et toujours dans les cas des plus grandes excursions barométriques, le minimum a été atteint moins rapidement que le maximum successif; ainsi on voit la courbe barométrique de ces deux mois, après avoir atteint un minimum, se relever rapidement à la plus grande pression et rester au-dessus de la normale, en faisant de légères oscillations, pendant un temps beaucoup plus long qu'elle n'était restée au-dessous, mais d'une quantité toujours moindre que la quantité dont elle était descendue.

» Voici les nombres qui appuient ces conclusions et qui expliquent aussi la direction des vents (en ne tenant compte que de ceux d'une certaine intensité) qui ont soufflé sur les côtes de l'Italie dans ces deux mois.

» Sur soixante et un jours d'observations, il y en a eu trente et un dans lesquels la pression était à peu près égale entre les stations du nord et celles du sud sur les deux mers; vingt-cinq jours dans lesquels la pression des stations du nord était moindre que celle du sud; et cinq jours dans le cas contraire.

» En comparant sous le même point de vue les pressions sur les côtes de l'Adriatique et celles de la Méditerranée, on trouverait vingt-quatre jours dans lesquels la pression était moindre sur la Méditerranée que sur l'Adria-

tique, vingt-six de pression égale et onze dans lesquels la pression sur la Méditerranée a été plus haute que sur l'Adriatique.

» Les pressions moyennes des deux mois avril et mai de cette année ont été les suivantes :

Stations du nord	$760^{mm},65$
Stations du sud	$761^{mm},13$
Différence	$0^{mm},48$

Pour toutes les stations de la Méditerranée	$760^{mm},65$
Pour celles de l'Adriatique	$761^{mm},13$
Différence	$0^{mm},48$

» Entre les seules stations du nord et celles du sud de la Méditerranée la différence a été $0^{mm},55$, et entre celles de l'Adriatique la différence a été $0^{mm},42$. C'est toujours pour les stations du nord que la pression moyenne a été moindre.

» Tous les nombres que nous venons de rapporter sont notablement inférieurs aux moyennes généralement admises pour la pression normale de ces lieux.

» 5° La règle, que le vent souffle du baromètre haut au baromètre bas, s'est constamment vérifiée pour toutes les grandes dépressions qui ont eu lieu sur nos côtes dans ces deux mois. Ainsi, le vent a été constamment de sud-est plus ou moins fort dans les jours 2, 3, 6, 15 avril et dans les jours 1er, 2, 3, 13, 29, 30 et 31 mai, qui sont ceux des grandes oscillations barométriques.

» En général, le vent a soufflé en sens contraire à celui de la propagation des dépressions; et dans le plus grand nombre de cas, le vent a commencé à souffler et la mer à s'agiter à Naples, avant que le minimum de Gênes fût parvenu à l'extrémité méridionale.

» 6° Les hautes pressions, qui ont eu lieu en général sous des vents très-forts du nord et nord-est, une fois seulement sur sept ont été accompagnées d'une agitation de la mer. Au contraire, les tempêtes plus ou moins fortes avec des vents de sud-est ou de sud-ouest n'ont jamais manqué sous les grandes dépressions barométriques.

» 7° Dans les deux mois d'avril et de mai, on a eu pendant trente jours la Méditerranée plus ou moins agitée dans le nord, et trente-trois dans le sud : l'Adriatique n'a été agitée que vingt-cinq jours dans le sud et dix-huit dans le nord.

» 8° Le nombre des grandes oscillations barométriques qui se sont véri-

fiées sur les côtes de la Péninsule dans les mois d'avril et de mai de cette année est le même que celui des variations correspondantes qui ont eu lieu sur les côtes nord et nord-ouest de l'Europe, et précisément sur la côte occidentale de l'Irlande et de l'Angleterre. De là la conclusion que l'origine de ces oscillations en Italie et des tempêtes qui les ont accompagnées n'a pu se trouver dans les régions de l'Europe situées à l'est et au sud de la Péninsule.

» 9° Pendant ces deux mois, de fortes dépressions barométriques se sont vérifiées dans la Baltique et dans le golfe de Gascogne sans être accompagnées par des variations semblables sur les côtes occidentales de l'Irlande et de l'Angleterre, et elles n'ont pas été suivies par des perturbations semblables dans l'atmosphère de l'Italie : *vice versâ*, des dépressions semblables qui ont attaqué les côtes occidentales d'Irlande et d'Angleterre sans atteindre le golfe de Gascogne et la péninsule ibérique ont eu constamment leur contre-coup sur les côtes de l'Italie. Ces résultats, que j'avais déjà annoncés dans ma dernière communication à l'Académie, mettent hors de doute que les tempêtes qui menacent nos mers sont généralement celles qui, venant de l'Atlantique, attaquent les côtes occidentales de l'Irlande et de l'Angleterre et se propagent du sud-ouest au nord-est à travers l'Europe.

» 10° Les dépressions barométriques du golfe de Gascogne paraissent donc atteindre rarement les côtes de la Péninsule; et les grandes perturbations du 2 et 3 mai, pendant lesquelles le baromètre a atteint le minimum d'abord au sud et puis au nord de l'Italie, et qui ont été précédées par une grande tempête s'étendant du golfe de Gascogne à la mer du Nord, font supposer que l'influence des tempêtes du golfe de Gascogne se borne à agiter l'atmosphère et la mer dans le sud de l'Italie.

» Je ne veux pas achever cette communication pour laquelle, malgré sa longueur, je réclame de l'indulgence de l'Académie l'insertion dans les *Comptes rendus*, sans ajouter quelques mots sur des réformes qu'il faudrait introduire, selon moi, dans l'organisation de ces services météorologiques et que je recommande principalement à l'initiative de l'illustre Directeur de l'Observatoire de Paris qui a contribué pour une si grande part à les fonder et à les étendre en Europe.

» Dans l'impossibilité où l'on est de confier les stations météorologiques à des physiciens ayant fait une étude spéciale et pratique de cette sorte d'observations, il faut que les directeurs de ces services fassent une étude

comparative de leurs stations, afin de parvenir à les réduire au moindre nombre possible, sans porter atteinte au but qu'on se propose.

» Je crois également nécessaire de soumettre ces stations à des inspections régulières, faites par des hommes compétents et dans le cas de juger de l'état des instruments, de leur installation et de la manière de faire les observations.

» En réussissant à réduire le nombre des stations, on aura aussi l'avantage de pouvoir les fournir d'appareils *enregistreurs* et de les confier à des observateurs habiles, qui sont toujours nécessaires pour qu'ils puissent d'eux-mêmes donner en temps utile des avis de tempêtes ou de coups de vent qui menacent les points les plus rapprochés.

» Il faudrait aussi s'entendre pour que toutes les observations de pression et de température fussent publiées en nombres rapportés aux mêmes échelles, et pour que, à la suite des colonnes de la pression, de la température et des vents, on en ajoutât une autre formée des différences entre ces nombres et ceux du jour précédent à la même heure, ou les moyennes de ce jour. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Formule générale des nombres premiers.* Mémoire de **M. É. Dormoy**, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Chasles, Bertrand, Hermite.)

« Avant de rechercher la formule générale des nombres premiers, je dois faire connaître la loi de formation de certaines quantités qui me serviront de coefficients, et que je nommerai les *objectifs* d'une série de nombres donnés. Étant donné un nombre quelconque de nombres, quatre par exemple, qui seront a, b, c, d, j'écris d'abord l'unité 1, puis le dernier des nombres donnés d; puis j'opère en multipliant toujours la dernière quantité obtenue par le nombre qui précède le dernier employé, ce qui me donne successivement

$$dc + 1,\ (dc + 1)b + d,$$

et enfin

$$[(dc + 1)b + d]a + dc + 1.$$

Je forme ainsi quatre nouveaux nombres que je nomme *objectifs complets* ou du quatrième ordre des quatre premiers, et que je distingue entre eux par les noms de premier, deuxième, troisième et quatrième, qui marquent leur

rang. J'appelle de même objectifs du troisième ordre ceux que l'on obtient en opérant seulement sur les trois premiers nombres donnés a, b, c. Enfin, je représente ces nombres par la lettre O suivie de deux indices, dont le premier indique leur ordre et le second leur rang; ainsi le deuxième objectif du quatrième ordre est $O_{4,2} = dc + 1$. La loi de formation des objectifs est indiquée par cette formule

$$O_{n,p} = O_{n,p-1}\, g + O_{n,p-2},$$

g étant le nombre à employer dont le rang dans la série $a.\ b.\ c.$, etc., est $n - p + 1$.

» On obtient de curieuses propriétés en écrivant les objectifs des divers ordres d'une série de nombres donnés, 5, 2, 3, 1, 2, 4, par exemple, dans un tableau disposé comme celui-ci :

1	4	9	13	48	109	593	Objectifs du 6e ordre.
	1	2	3	11	25	136	Objectifs du 5e ordre.
		1	1	4	9	49	Objectifs du 4e ordre.
			1	3	7	38	Objectifs du 3e ordre.
				1	2	11	Objectifs du 2e ordre.
					1	5	Objectifs du 1er ordre.
						1	

» On remarquera d'abord que le dernier objectif complet, 593, est le même qu'il serait pour les nombres proposés pris dans l'ordre inverse; puis, que les produits en croix de quatre nombres quelconques formant un carré, comme 11, 25, 4 et 9, ne diffèrent que d'une unité, et enfin que les produits en croix de quatre nombres placés aux quatre angles d'un rectangle quelconque, comme 13, 593, 1 et 49, sont soumis à la formule suivante :

$$O_{n,p}\, O_{m,m-n+p+s} - O_{m,m+p-s}\, O_{n,p+s} = \pm\, O_{m,m-n-1}\, O_{n-p-1,s-1},$$

suivant que le deuxième indice du plus petit nombre, c'est-à-dire p, si l'on suppose $m > n$, est pair ou impair.

» Ici, $m = 6$, $n = 4$, $p = 1$, $s = 3$, ce qui donne

$$1 \times 593 - 13 \times 49 = -4 \times 11,$$

égalité vérifiée par le calcul.

» En prenant pour tous les nombres originaires l'unité, on obtient un tableau dans lequel toutes les lignes sont les mêmes. Cette ligne, dont on peut représenter les nombres par A avec un indice, est la suivante :

$$1,\ 2,\ 3,\ 5,\ 8,\ 13,\ 21,\ 34,\ 55,\ 89,\ 144,\ \text{etc.},$$

et ses nombres jouissent des propriétés indiquées par les formules suivantes :

$$A_m = A_{m-1} + A_{m-2},$$
$$A_m A_n - A_{m-s} A_{n+s} = \pm A_{m-n-s-1} A_{s-1},$$
$$A_m^2 = A_{m+n} A_{m-n} \pm A_{n-1}^2,$$
$$A_m^2 \pm A_n^2 = A_{m+n+1} A_{m-n-1},$$

suivant que m et n sont de parité différente ou égale, etc.

» Cela posé, je me servirai, pour établir la formule générale des nombres premiers, de cette propriété que, pour qu'un nombre soit premier, il faut et il suffit qu'il ne soit divisible par aucun des nombres premiers plus petits que sa racine carrée. En représentant donc par a_h une indéterminée qui ne peut recevoir que des valeurs entières et plus petites que h, par m, n et p des nombres entiers quelconques, tout nombre premier N devra être à la fois de la forme $2n + 1$ et de la forme $3p + a_3$; or, en égalant ces deux expressions et les traitant par l'analyse indéterminée, on obtient la formule

$$N_3 = 6m - 2a_3 + 3,$$

qui est complète et exclusive pour tous les nombres premiers N_3 plus petits que le carré de 5. De même, en posant

$$N_5 = 6n - 2a_3 + 3 = 5p + a_5,$$

on obtient par l'analyse indéterminée

$$N_5 = 30m + 6a_5 + 10a_3 - 15,$$

pour les nombres premiers plus petits que le carré de 7; puis

$$N_7 = 210m - 90a_7 + 546a_5 + 910a_3 - 1365,$$

pour les nombres premiers plus petits que le carré de 11, et ainsi de suite;

On généralise enfin ce calcul, et en désignant par 2, 3, 5,... r, s, t, u la suite naturelle des nombres premiers, on obtient pour la formule complète et exclusive des nombres premiers inférieurs au carré de u

$$\begin{aligned} N_t = {} & 2.3.5\ldots r.s.t.m + D_t a_t + t C_t D_s a_s + t.s.C_t C_s D_r a_r + \ldots \\ & + t.s.r\ldots 7.5.C_t C_s C_r \ldots C_7 C_5 D_3 a_3 + t.s\ldots 7.5.3 C_t C_s \ldots C_7 C_5 C_3. \end{aligned}$$

Dans cette formule, voici quelle est la signification des quantités C et D. C_t représente l'objectif complet de tous les quotients obtenus dans la recherche du plus grand commun diviseur entre t et le produit $2.3.5\ldots r.s$, et D_t est égal à $tC_t \pm 1$, suivant qu'il y a dans cette même recherche un nombre impair ou pair d'opérations.

» Comme propriétés particulières, on peut remarquer que D_t est toujours divisible par le produit $2.3.5\ldots r.s$, et que le rapport des coefficients de deux indéterminées quelconques a_s et a_g, qui est égal à $\frac{g}{s}\frac{1}{C_h\ldots C_r C_s}\frac{B_s}{B_g}$, ne dépend que de leur rang, et reste le même quel que soit t, c'est-à-dire dans toutes les formules s'appliquant jusqu'à une limite quelconque.

» Ainsi, étant connu un certain nombre de nombres premiers, la valeur de N_t est la formule complète et exclusive de tous les nombres premiers plus petits que le carré du nombre premier suivant. »

ÉLECTRO-CHIMIE. — *Sur la production de l'ozone.* Note de **M. G. Planté**, présentée par M. Edm. Becquerel.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour les communications relatives à l'ozone, Commission composée de MM. Chevreul, Dumas, Pelouze, Pouillet, Boussingault, Le Verrier, Vaillant, Fremy, Edm. Becquerel.)

« Dans un moment où l'attention des physiciens et des chimistes est appelée sur l'ozone, je crois devoir signaler un fait que j'ai observé dans mes recherches sur les courants secondaires, et qui sera peut-être de quelque utilité pour l'étude des propriétés de ce corps.

» Les métaux inoxydables, tels que l'or et le platine, ont été considérés jusqu'ici comme étant les seuls qu'on pût employer comme électrodes pour obtenir l'ozone par la décomposition électro-chimique de l'eau. Or, j'ai reconnu que l'ozone pouvait être aussi bien produit par des électrodes de plomb que par des électrodes de platine, et même en plus forte proportion.

» On peut s'en assurer facilement en prenant deux voltamètres, dont l'un est formé par des fils de platine, l'autre par des fils de plomb de même longueur et de même diamètre, et les faisant traverser par un même courant. En plongeant des bandes de papier ioduré et amidonné dans des tubes ouverts placés au-dessus du fil positif de chaque voltamètre, on les verra bleuir dans l'un et dans l'autre, et l'on pourra observer que le papier plongé dans l'oxygène du voltamètre à fils de plomb bleuit plus rapidement et avec plus d'intensité que le papier plongé dans l'oxygène du voltamètre à fils de platine.

» En faisant dégager simultanément l'oxygène ozoné des deux voltamètres dans des dissolutions semblables d'iodure de potassium, la dissolution soumise à l'action de l'oxygène du voltamètre à fils de plomb se colore plus fortement en jaune que celle qui est traversée par l'oxygène du voltamètre à fils de platine, et l'on trouve que la quantité d'iode mise en liberté par l'ozone du voltamètre à fils de platine étant représenté par 1, celle qui est fournie par l'ozone du voltamètre à fils de plomb est approximativement égale à 1,5. En d'autres termes, la quantité d'ozone donnée par le platine n'est que les $\frac{2}{3}$ de celle qui est obtenue avec le plomb.

» La vivacité de l'odeur, la rapidité d'oxydation de l'argent, offrent aussi une différence facilement appréciable.

» Cette production d'ozone, plus abondante avec des électrodes de plomb qu'avec des électrodes de platine, est un fait assez difficile à expliquer dans l'état actuel de nos connaissances sur l'ozone. Quand on produit ce gaz à l'aide de l'électricité statique ou d'induction, la nature des électrodes ou des conducteurs métalliques entre lesquels a lieu l'étincelle n'influe pas d'une manière sensible; car on sait que MM. Fremy et Edmond Becquerel sont parvenus à transformer l'oxygène en ozone dans un tube de verre simplement électrisé par influence, et sans l'intervention de fils métalliques d'aucune sorte. Mais quand on prépare l'ozone à l'aide de la pile, la nature des électrodes joue, au contraire, un rôle prépondérant. Dans le cas présent, c'est un métal plus oxydable que le platine qui produit plus d'ozone. L'oxydation est, il est vrai, tout à fait superficielle; l'épaisseur de la couche d'oxyde n'augmente pas à mesure que le courant fonctionne, et le volume de l'oxygène n'en est pas sensiblement diminué, si on le compare au volume d'oxygène fourni par le platine dans les mêmes conditions. Cependant cette couche d'oxyde exerce une double action; car elle est la source d'un courant secondaire énergique, et elle facilite en même temps la production de l'ozone.

» Pour se rendre compte de la manière dont elle agit dans ce dernier cas, on ne peut faire que des hypothèses qu'il serait prématuré de développer ici. Je me bornerai donc à conclure, quant à présent, que pour préparer l'ozone par l'électrolyse de l'eau, on devra employer des fils de plomb, de préférence à des fils de platine. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Des moyens d'annuler les perturbations produites dans le mouvement des machines par les pièces de leur mécanisme.* Mémoire de **M. H. Arnoux**, présenté par M. Delaunay. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Poncelet, Piobert, Morin, Combes, Delaunay.)

« Le déplacement des pièces du mécanisme des machines produit dans leur mouvement des perturbations importantes. En même temps, il met en jeu les réactions des appuis ou des liaisons diverses de ces machines d'une manière fâcheuse et quelquefois dangereuse. Nous voulons montrer ici qu'on peut annuler ces perturbations dans la plupart des machines employées par l'industrie, au moyen de dispositions simples et en général praticables.

» Le principe général de la solution est le suivant :

» Dans une machine en mouvement, les pièces du mécanisme ne donneront lieu à aucune perturbation du mouvement et à aucune modification dans les réactions des appuis ou des liaisons de cette machine, si les forces accélératrices provenant de ces pièces se font constamment équilibre, c'est-à-dire si elles donnent lieu à une résultante nulle et à un couple résultant nul.

» Cette condition qui est suffisante est en même temps nécessaire, et elle peut se traduire immédiatement dans les deux énoncés suivants :

» 1° Les quantités de mouvement provenant des pièces du mécanisme doivent donner lieu à une résultante constante ou, ce qui revient au même, le mouvement relatif de leur centre de gravité doit être uniforme.

» 2° Ces mêmes quantités de mouvement doivent donner un couple résultant constant autour d'un point animé de la vitesse générale de la machine..... »

L'auteur entre ensuite dans des détails circonstanciés, pour montrer comment les règles qui se déduisent de ce principe général peuvent s'appliquer : 1° aux machines directes à un ou plusieurs cylindres; 2° aux machines à balancier; 3° aux machines oscillantes.

GÉOLOGIE. — *Observations relatives à une communication récente de* M. Leymerie *sur un nouvel étage à introduire en géologie; par* **M. de Rouville.** (Extrait.)

(Commissaires nommés précédemment : MM. Élie de Beaumont, d'Archiac, Daubrée.)

« Dans sa communication du 9 juillet dernier sur un nouvel étage à introduire en géologie, M. Leymerie s'exprime comme il suit :

« L'étage rutilant qui constitue essentiellement cette chaîne, que j'ai » dernièrement étudiée en compagnie de MM. de Rouville et Magnan, se » trouve compris entre le terrain à nummulites et une assise liasique sous » laquelle il passe en renversement. »

» J'ai à faire, pour mon compte, des réserves que je n'ai pas dissimulées à ces messieurs sur le lieu même de l'observation. J'ai cru y trouver les éléments suffisants d'une conviction contraire à la leur. L'horizon rutilant en question reposerait, suivant moi, à Saint-Chinian, sur le terrain à nummulites qui lui-même est en contact immédiat avec les schistes du terrain de transition.

» Mes travaux pour la carte géologique de l'Hérault me ramèneront bientôt dans cette région, et j'espère alors être en mesure d'appuyer mes réserves actuelles de faits démonstratifs. »

M. Clément adresse de Bordeaux une Note relative à un nouveau frein, destiné à prévenir les accidents sur les chemins de fer.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. Geoffroy adresse à l'Académie un Mémoire contenant 541 Tables manuscrites, destinées à la navigation par arcs de grands cercles.

(Renvoi à la Section de Géographie et Navigation.)

M. de Laplagne adresse à l'Académie une Note ayant pour titre : « Traitement et préservation du choléra au point de vue rationnel ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire de l'Académie de Berlin adresse, au nom de cette Académie, un volume de ses « Mémoires » pour l'année 1864.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un opuscule de *M. Vander Mensbrugghe*, extrait des « Bulletins de l'Académie royale de Belgique » et ayant pour titre : « Discussion et réalisation expérimentale d'une surface particulière à courbure moyenne nulle, » et donne lecture du passage suivant de la Lettre d'envoi :

« L'objet de ce travail est la réalisation parfaite d'une surface minima particulière, à l'aide d'un principe fécond dû à M. le professeur Plateau, avec qui j'ai depuis dix ans la bonne fortune de pouvoir travailler : ce principe permet de produire très-simplement des surfaces parfois extrêmement compliquées au point de vue analytique, et de faire ainsi de la haute Géométrie au moyen de minces lames liquides. »

M. le Secrétaire perpétuel signale également, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un opuscule de *M. Leymerie* ayant pour titre : « Esquisse géognostique de la vallée d'Aspe » ;

2° Un opuscule de *M. Zantedeschi*, imprimé en italien et ayant pour titre : « Les doctrines du P. Secchi sur la prévision des météores et des bourrasques, et celles de M. Zantedeschi, avec des documents historiques ».

TOXICOLOGIE — *Sur les propriétés toxiques du sulfure de carbone, et sur l'emploi de ce liquide pour la destruction des rats et des animaux nuisibles qui se terrent.* Note de **M. S. Cloëz**, présentée par M. Chevreul.

« Le sulfure de carbone mélangé à l'état de vapeur avec une masse d'air considérable peut être introduit dans les organes respiratoires de l'homme et des animaux sans produire de troubles immédiats; cependant un pareil mélange ne peut pas être respiré impunément pendant longtemps.

» Lorsque l'air respiré, au lieu de contenir seulement quelques millioniémes de vapeur de sulfure de carbone, en renferme environ $\frac{1}{20}$ de son volume, le mélange agit alors rapidement sur l'économie animale, et, si l'on n'arrête pas à temps son action, il détermine la mort infailliblement.

» Les effets toxiques du sulfure de carbone ont été constatés expérimentalement sur diverses espèces d'animaux prises parmi les Mammifères, les Oiseaux et les Reptiles.

» *Première expérience.* — Un rat de forte taille a été placé dans une cloche tubulée de verre, de 17 litres de capacité, où l'on avait mis d'avance un tampon de coton imprégné de sulfure de carbone. Dans les premiers instants l'animal est resté parfaitement calme, il a paru s'assoupir; mais au bout d'une demi-minute il a commencé à s'agiter vivement en cherchant à se soustraire à l'odeur du sulfure : bientôt ses mouvements se sont ralentis, il a éprouvé quelques secousses convulsives, puis il est tombé sur le flanc en continuant à respirer; mais peu à peu la respiration a diminué, et la mort est arrivée quatre minutes après le commencement de l'expérience.

» A l'ouverture du cadavre on a constaté une congestion sanguine dans toute la masse du poumon : le cerveau ne présentait aucune lésion, les cavités du cœur étaient remplies de sang noir, l'oreillette droite de cet organe a continué à se contracter pendant plus de deux heures après la mort de l'animal. Les globules du sang examinés au microscope n'ont paru ni déformés ni altérés.

» *Deuxième expérience.* — Un lapin adulte a été tenu pendant quelques minutes le nez placé au-dessus d'une éponge imprégnée de sulfure de carbone : l'animal est resté d'abord bien tranquille, il s'est débattu ensuite faiblement; on l'a laissé libre alors, mais il n'était déjà plus maître de ses mouvements, il paraissait ivre; on l'a forcé de nouveau à respirer l'air chargé de vapeur de sulfure, de manière à produire une insensibilité de tous les membres, sans aller jusqu'à la mort de l'animal. On a observé ici les mêmes phénomènes que dans la première expérience. On a enlevé l'éponge imprégnée de sulfure au moment où la mort parut imminente. Le lapin abandonné dans cet état est resté près d'une demi-heure sans bouger, sa respiration s'est rétablie lentement; au bout d'une heure il essayait de lever la tête et de se dresser sur ses pattes, mais les membres postérieurs étaient encore paralysés; une heure plus tard l'animal était debout et mangeait comme s'il ne lui était rien arrivé.

» La *troisième expérience*, faite également sur un lapin, est la répétition de la seconde, avec cette différence que l'action du sulfure a été prolongée jusqu'à la mort de l'animal, arrivée au bout de neuf minutes. A l'autopsie, on a constaté une congestion sanguine à la base des poumons; le cœur ayant été extrait du corps de l'animal avec les organes respiratoires, on a

constaté que l'oreillette droite a continué de se contracter pendant plus de cinq heures.

» Le sulfure de carbone paraît agir plus rapidement encore sur les Oiseaux que sur les Mammifères; son action sur les Reptiles est au contraire beaucoup plus lente, comme on pouvait le prévoir : les essais ont été faits sur des moineaux et sur des grenouilles.

» L'application du sulfure de carbone à la destruction des animaux qui se terrent a été faite au Muséum d'Histoire naturelle sur les rats qui pullulaient dans diverses parties de l'établissement, principalement du côté des animaux féroces et dans le voisinage du laboratoire de physiologie comparée.

» Le sulfure de carbone se fabrique aujourd'hui en grand. On peut se le procurer dans le commerce à raison de 80 centimes à 1 franc le kilogramme. Le mode d'emploi de ce liquide pour la destruction des rats est très-simple. On prend un bout de tuyau de plomb de 1 mètre à $1^{m},20$ de long et de 20 millimètres de diamètre. Ce tuyau flexible est ouvert à ses deux extrémités; un petit entonnoir de fer-blanc de forme cylindro-conique s'adapte par la douille à l'orifice supérieur; on a soin en outre de percer latéralement quelques trous dans la paroi du tube près de son extrémité inférieure pour faciliter l'écoulement du liquide dans le cas où l'orifice du tuyau se trouverait bouché par de la terre.

» Avant d'appliquer sur une grande échelle le sulfure de carbone à la destruction des rats, j'ai fait un essai préliminaire dans la petite allée conduisant au laboratoire de physiologie comparée. Il y avait là, sur un espace de 50 mètres carrés, plusieurs trous habités et communiquant entre eux par des galeries souterraines; on a fait pénétrer le plus loin possible le tube de plomb dans un des trous, et l'on a bouché provisoirement tous les autres avec des tuiles. On a mesuré alors environ 50 grammes de sulfure de carbone dans un petit flacon jaugé, et on a versé le liquide dans l'entonnoir. On a attendu quelques minutes pour retirer le tube, puis on a bouché le trou avec de la terre, en ayant soin de la tasser fortement.

» La même opération ayant été faite successivement dans tous les trous, on a attendu jusqu'au surlendemain pour voir l'effet produit. J'avais acquis la certitude, pendant l'expérience, que les terriers étaient habités, car j'avais aperçu plusieurs rats traversant les galeries souterraines; or, deux jours après, on trouva tous les trous bouchés. J'en ai conclu que les rongeurs qui s'y étaient réfugiés étaient morts asphyxiés.

» Pour vérifier le fait, on a retourné le sol à la bêche. Sur une étendue de

20 mètres environ, on a déterré ainsi quatorze cadavres de rats asphyxiés dans leur demeure. L'expérience était complète et suffisante, mais de nombreux essais faits depuis lors au Muséum ont confirmé de plus en plus ces premiers résultats. »

CHIMIE. — *Sur les propriétés de la blende hexagonale.* Note de **M. T. Sidot**, présentée par M. Edm. Becquerel.

« Le sulfure de zinc cristallisé (blende hexagonale), obtenu comme il est dit dans ma Note du 30 avril dernier, avait pu être jusqu'ici considéré comme étant tout à fait fixe aux plus hautes températures; mais les divers moyens que j'ai employés pour préparer ce corps mettent hors de doute une volatilisation partielle, sinon totale.

» Dans cette Note, je dis encore avoir obtenu le sulfure de zinc parfaitement cristallisé en le volatilisant dans un courant d'azote bien pur; il me restait à prouver, ce que j'ai fait depuis, qu'il se volatilise de même et sans résidu dans l'hydrogène sulfuré et dans l'acide sulfureux. Le sulfure cristallisé ainsi obtenu dans ces derniers gaz, et dont j'ai l'honneur de présenter un échantillon à l'Académie, est tout à fait incolore et se présente en longs primes hexagonaux ou lamelleux, d'une transparence parfaite. Ces cristaux présentent en outre la propriété qu'ont déjà certains sulfures d'être phosphorescents dans l'obscurité, propriété qu'ils conservent pendant assez longtemps.

» Pour obtenir la blende hexagonale jouissant de cette dernière propriété, il faut faire passer de préférence un courant d'acide sulfureux bien pur sur du sulfure de zinc cristallisé (soit la blende naturelle, soit celle que l'on obtient par la calcination du sulfure amorphe), placé dans un tube de porcelaine très-fortement chauffé pendant quatre à cinq heures au moins.

» Je dois ajouter que cette préparation est des plus laborieuses, car, si l'on veut volatiliser la totalité du sulfure, il ne faut opérer que sur 3 à 4 grammes de matière, et c'est seulement au bout de deux heures de la plus haute température que les cristaux commencent à apparaître dans la partie refroidie du tube et y grandissent assez pour en occuper tout le diamètre intérieur. Si, au contraire, on veut avoir une plus grande quantité de ces cristaux, il faudra agir sur un excès de sulfure qui donnera dans le même temps une bien plus grande quantité de cristaux phosphorescents.

» Il n'est pas possible de maintenir cette haute température nécessaire à la volatilisation de la blende au delà de cinq heures, attendu que le tube

finit presque toujours par fondre, non pas par un effet seul de la température, mais par l'action de la silice du tube de porcelaine sur les matières basiques des cendres, d'où résulte, comme on le sait, un verre très-fusible. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi de la nitroglycérine dans les carrières de grès vosgien, près de Saverne.* Note de **M. E. Kopp**, présentée par M. Daubrée.

« Les propriétés fulminantes de la nitroglycérine $C^6H^5(NO^4)^3O^6$, et la relation d'expériences faites avec cette substance dans diverses localités de la Suède, de l'Allemagne et de la Suisse, ont engagé MM. Schmitt et Dietsch, propriétaires de grandes carrières de grès dans la vallée de la Zorn (Bas-Rhin), à en essayer également l'emploi dans leurs exploitations.

» Le succès a été assez complet, tant sous le rapport de l'économie que sous celui de la facilité et de la rapidité du travail, pour qu'on y ait abandonné au moins temporairement l'usage de la poudre, et que depuis environ six semaines on n'exploite plus ces carrières qu'à la nitroglycérine.

» Dès le début, nous avions pensé qu'il fallait préparer cette substance sur place; le transport, soit par navire, soit par chemin de fer, d'un composé aussi fulminant et d'une puissance si effrayante nous paraissait inadmissible; les grands malheurs arrivés à Aspinwall et à San-Francisco ont démontré que ces craintes étaient fondées, et que le transport de la nitroglycérine devrait être défendu d'une manière absolue.

» Après avoir étudié dans mon laboratoire, avec l'assistance de M. Keller, les divers procédés de préparation de la nitroglycérine (mélanges de glycérine avec acide sulfurique concentré et nitrates de potasse et de soude ou avec les acides nitriques de différentes concentrations), nous nous sommes arrêtés au mode de fabrication suivant, qui a été installé dans une cabane en bois, construite dans l'une des carrières.

» 1° *Préparation de la nitroglycérine.* — On commence par mélanger dans une tourille de grès, placée dans de l'eau froide, de l'acide nitrique fumant à 49 ou 50 degrés Baumé avec le double de son poids d'acide sulfurique le plus concentré possible. (Ces acides sont préparés tout exprès à Dieuze et expédiés à Saverne.) D'un autre côté on évapore dans une marmite de la glycérine du commerce, mais qui doit être exempte de chaux et de plomb, jusqu'à ce qu'elle marque 30 à 31 degrés Baumé. Cette glycérine concentrée doit être sirupeuse après complet refroidissement.

» L'ouvrier verse ensuite 3300 grammes du mélange d'acides sulfurique et

nitrique bien refroidi dans un ballon de verre (on peut aussi employer un pot de grès ou une capsule de porcelaine ou de grès) placé dans un baquet d'eau froide, et il y fait couler lentement, et en remuant constamment, 500 grammes de glycérine. Le point important est d'éviter un échauffement sensible du mélange qui déterminerait une oxydation tumultueuse de la glycérine avec production d'acide oxalique. C'est pour cette raison que le vase où s'opère la transformation de la glycérine en nitroglycérine doit être constamment refroidi extérieurement par de l'eau froide.

» Le mélange étant opéré bien intimement, on abandonne le tout pendant cinq à dix minutes, puis on verse le mélange dans cinq à six fois son volume d'eau froide, à laquelle on a préalablement imprimé un mouvement de rotation. La nitroglycérine se précipite très-rapidement sous forme d'une huile lourde, qu'on recueille par décantation dans un vase plus haut que large; on l'y lave une fois avec un peu d'eau, qu'on décante à son tour, puis on verse la nitroglycérine dans des bouteilles, et elle est prête à servir.

» Dans cet état, la nitroglycérine est encore un peu acide et aqueuse; mais cela est sans inconvénient, puisqu'elle est employée peu de temps après sa préparation et que ces impuretés ne l'empêchent nullement de détoner.

» 2° *Propriétés de la nitroglycérine.* — La nitroglycérine constitue une huile jaune ou brunâtre, plus lourde que l'eau, dans laquelle elle est insoluble, soluble dans l'alcool, l'éther, etc.

» Exposée à un froid même peu intense, mais prolongé, elle cristallise en aiguilles allongées. Un choc très-violent constitue le meilleur moyen pour la faire détoner. Son maniement est du reste très-facile et peu dangereux. Répandue à terre, elle n'est que difficilement inflammable par un corps en combustion, et ne brûle que partiellement; on peut briser sur des pierres un flacon renfermant de la nitroglycérine sans que cette dernière détone; elle peut être volatilisée sans décomposition par une chaleur ménagée; mais si l'ébullition devient vive, la détonation est imminente.

» Une goutte de nitroglycérine tombant sur une plaque en fonte moyennement chaude se volatilise tranquillement; si la plaque est rouge, la goutte s'enflamme immédiatement et brûle comme un grain de poudre sans bruit; mais si la plaque, sans être rouge, est assez chaude pour que la nitroglycérine entre immédiatement en ébullition, la goutte se décompose brusquement avec une violente détonation.

» La nitroglycérine, surtout lorsqu'elle est impure et acide, peut se dé-

composer spontanément au bout d'un certain temps avec dégagement de gaz et production d'acide oxalique et glycérique.

» Il est probable que c'est à une pareille cause que sont dues les explosions spontanées de nitroglycérine dont les journaux nous ont fait connaître les effets désastreux. La nitroglycérine étant renfermée dans des bouteilles bien bouchées, les gaz produits par sa décomposition spontanée ne pouvaient se dégager; ils exerçaient donc une très-forte pression sur la nitroglycérine, et dans ces conditions le moindre choc et le plus léger ébranlement pouvaient déterminer l'explosion.

» La nitroglycérine possède une saveur à la fois sucrée, piquante et aromatique; c'est une substance toxique; en très-petites doses elle provoque de forts maux de tête. Sa vapeur produit des effets analogues, et cette circonstance pourrait bien être un obstacle à l'emploi de la nitroglycérine dans les galeries profondes des mines, où la vapeur ne peut se dissiper aussi aisément que dans les carrières à ciel ouvert.

» La nitroglycérine n'est point un composé nitré proprement dit, analogue à la nitro ou binitrobenzine ou aux acides mono, bi et trinitrophénisique. En effet, sous l'influence des corps réducteurs, tels que l'hydrogène naissant, l'hydrogène sulfuré, etc., la glycérine est remise en liberté, et les alcalis caustiques décomposent la nitroglycérine en nitrates et glycérine.

» 3° *Mode d'emploi de la nitroglycérine.* — Supposons qu'on veuille détacher une assise de roches. A $2^{m},50$ à 3 mètres de distance du rebord extérieur, on fonce un trou de mine d'environ 5 à 6 centimètres de diamètre, et de 2 à 3 mètres de profondeur.

» Après avoir débarrassé ce trou *grosso modo*, de boue, d'eau et de sable, on y verse au moyen d'un entonnoir de 1500 à 2000 grammes de nitroglycérine.

» On y fait ensuite descendre un petit cylindre en bois, en carton ou en fer-blanc, d'environ 4 centimètres de diamètre et 5 à 6 centimètres de hauteur, rempli de poudre ordinaire. Ce cylindre est fixé à une mèche ou fusée de mine ordinaire, qui y pénètre à une certaine profondeur pour assurer l'inflammation de la poudre. C'est au moyen de la mèche ou fusée qu'on fait descendre le cylindre, et le tact permet de saisir facilement le moment où le cylindre arrive à la surface de la nitroglycérine. A ce moment, on maintient la mèche immobile, et l'on fait couler du sable fin dans le trou de mine, jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli. Inutile de comprimer ou de tamponner le sable. On coupe la

mèche à quelques centimètres de l'orifice du trou et l'on y met le feu. Au bout de huit à dix minutes, la combustion de la mèche étant arrivée au cylindre, la poudre s'enflamme. Il en résulte un choc violent, qui fait détoner instantanément la nitroglycérine. L'explosion est si subite, que le sable n'a jamais le temps d'être projeté.

» On voit toute la masse du rocher se soulever, se déplacer, puis se rasseoir tranquillement sans aucune projection ; on entend une détonation sourde.

» Ce n'est qu'en arrivant sur les lieux qu'on peut se rendre compte de la puissance de la force que l'explosion a développée. Des masses formidables de roc se trouvent légèrement déplacées et fissurées dans tous les sens, et prètes à être débitées mécaniquement.

» Le principal avantage réside dans le fait que la pierre n'est que peu broyée et qu'il n'y a que peu de déchet. Avec les charges de nitroglycérine indiquées, on peut détacher ainsi de 40 à 80 mètres cubes de roc assez résistant.

» Nous espérons avoir démontré par cette notice la possibilité de concilier l'emploi de la nitroglycérine avec toutes les garanties de sécurité publique désirables. »

M. **Boudin** adresse à l'Académie une Note concernant le nombre de personnes tuées par la foudre en France pendant l'année 1865.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. É. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 23 juillet 1866 les ouvrages dont les titres suivent :

Le Jardin fruitier du Muséum; par M. J. Decaisne, Membre de l'Institut. 85e livr. Paris, 1866; in-4°.

Bulletin de Statistique municipale, publié par les ordres de M. le Baron Haussmann, mois de mars 1866. Paris, 1866; br. in-4°.

Le Mois scientifique; par M. Léopold Giraud. 1re année, t. Ier, 1re livraison, juillet 1866. Paris, 1866; br. in-12. (Présenté par M. Élie de Beaumont.)